

VIEWWORKS

VL Series User Manual

VL-2K7C-M200I-2 / VL-4K7C-M200I-2 / VL-2K7C-C100I-2 / VL-4K7C-C100I-2

VL-4K7C-M120I-1 / VL-4K7C-C60I-2



© 2024 Vieworks. All rights reserved.

The copyright of this document belongs to Vieworks Co., Ltd., and in accordance with copyright law, all or part of this document may not be copied, reprinted, or extracted without the permission of Vieworks Co., Ltd. Specifications and related information in this document may change without notice. Please refer to the latest version of the manual on the download website provided by our company. (<http://vision.vieworks.com>)

책 머리에

이 매뉴얼은 (주)뷰웍스의 서면 승인 없이는 전체 또는 일부를 복사, 복제, 번역 또는 그 어떠한 전자, 기계 읽기 가능한 형태로 출판될 수 없습니다.

이 매뉴얼은 (주)뷰웍스의 통제하에 있지 않는 기타 업체로의 웹사이트 링크를 포함하고 있을 수도 있으며, (주)뷰웍스는 링크된 그 어떠한 사이트에 대해서도 책임을 지지 않습니다. 또한, 출처를 미처 밝히지 못한 인용 자료들의 저작권은 원작자에게 있음을 밝힙니다.

틀린 부분이 없도록 하기 위해 최선의 노력을 다했지만, 혹시라도 있을 수 있는 오류나 누락에 대하여 (주)뷰웍스는 일체의 책임을 지지 않습니다. 제품의 버전이나 실행되는 형태에 따라 사진이 다를 수도 있습니다. 사양이나 사진은 매뉴얼 제작 시점의 최신 자료에 기초하고 있으나, 예고 없이 변경될 수도 있습니다.

제품을 사용하기 전에

VL 시리즈™를 구입해 주셔서 감사합니다.

- 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.
- 이 매뉴얼은 사용자가 카메라에 대한 전문지식을 갖추었다는 전제하에서 작성되었습니다.

해당 제품

이 매뉴얼은 다음 제품의 사용자를 위하여 작성했습니다.

- VL-2K7C-M200I-2
- VL-2K7C-C100I-2
- VL-4K7C-M200I-2
- VL-4K7C-C100I-2
- VL-4K7C-M120I-1
- VL-4K7C-C60I-2

이 매뉴얼에 대하여

이 매뉴얼은 VL-2K/4K 시리즈™의 카메라 사용자를 위해 작성되었습니다. 이 매뉴얼과 함께, 사용하시는 프레임그래버의 매뉴얼도 함께 참조하시기를 권장합니다.

이 매뉴얼의 규칙

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

표기 방식

이 매뉴얼에서는 다음의 표기 방식을 사용했습니다.

- 제품에서 인용한 메뉴명, 아이콘명 등은 이 매뉴얼의 맞춤법에 관계 없이 제품에 쓰인 대로 표기했습니다.
- 제품에서 인용한 메뉴명, 아이콘명 등은 **이런 글꼴**로 표기했습니다.
- 네모난 형태의 버튼명이나 키보드의 키(Key) 이름은 **이런 글꼴**로 표기했습니다.

경고나 주의, 참고의 의미

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

**Warning!**

이 메시지는 사용자가 본인의 안전이나 제품 손상 방지를 위하여 따라야 하는 정보입니다.

**Caution!**

이 메시지는 사용자가 데이터의 손실 또는 손상을 방지하기 위하여 따라야 하는 정보입니다.

**Note:**

이 메시지는 본문 내용에 대한 추가적인 정보를 제공합니다.

용어 정의

이 매뉴얼에서는 사용자의 편의를 위해 일부 단어들을 특정한 의미로 지정하여 사용합니다. 이에 대해서는 다음 표를 참고하십시오.

용어	의미
서문	이 매뉴얼의 목차 앞에 있는 부분을 통칭
Application	응용 프로그램
Configurator	Configurator. VL-2K/4K 시리즈 카메라를 컨트롤하기 위해 뷰웍스에서 함께 제공하는 샘플 애플리케이션을 지칭

매뉴얼 개정 이력

이 매뉴얼의 개정 이력은 다음과 같습니다.

버전	날짜	설명
1.0	2021-09-01	초안
1.1	2021-12-03	<ul style="list-style-type: none"> • Binning 기능 설명 보충 • CC1 트리거 신호, External 트리거 신호 관련 주의 사항 추가
	2021-12-20	<ul style="list-style-type: none"> • Command List 오류 수정
1.2	2022-07-20	<ul style="list-style-type: none"> • 이미지 FPN 후보정 기능 관련 내용 추가
		<ul style="list-style-type: none"> • 보관 온도 관련 내역 수정
		<ul style="list-style-type: none"> • 해상도 관련 수치 예러 수정
1.3	2023-02-15	<ul style="list-style-type: none"> • UL 인증 관련 정보 수정
1.4	2023-10-10	<ul style="list-style-type: none"> • VL-4K7C-M120I-1, VL-4K7C-C60I-2 관련 내용 추가
1.5	2024-02-26	<ul style="list-style-type: none"> • 8.2장 Trigger 신호관련 일부 안내 삭제

목 차

Chapter 1. 주의사항	13
Chapter 2. 보증 범위	15
Chapter 3. 규정 및 인증 준수 정보	16
Chapter 4. 제품 구성	17
Chapter 5. 제품 규격	18
5.1 Overview	18
5.2 Specification.....	19
5.3 Camera Block Diagram	21
5.4 양자 효율	22
5.5 Mechanical Specification	23
5.5.1 Camera Mounting 및 Heat Dissipation	24
5.5.2 제품 고정하기.....	24
Chapter 6. 카메라 연결 방법	25
6.1 센서 중심 조정에 대한 주의사항	25
6.2 카메라 제어.....	25
Chapter 7. Camera Interface	27
7.1 General 설명	27
7.2 Camera Link SDR 커넥터	28
7.3 전원 입력 단자	30
7.4 컨트롤 입출력 단자	31
7.5 Trigger/Strobe Circuit.....	32
Chapter 8. Acquisition Control	33
8.1 Acquisition Start/Stop 명령 및 Acquisition Mode	33
8.2 Line Start 트리거	33
8.2.1 Trigger Mode	34
8.2.2 CC1 트리거 신호 사용하기.....	36
8.2.3 External 트리거 신호 사용하기	37
8.2.4 Trigger Multiplier/Divider.....	38

8.2.5	Exposure Mode	39
8.3	허용 가능한 최대 Line Rate.....	41
8.4	노출 시간 설정	42
Chapter 9. Camera Features.....		43
9.1	Device Scan Type (Monochrome Only)	43
9.2	TDI Stages (Monochrome Only)	44
9.3	Color 카메라 출력 형식	45
9.4	Scan Direction	46
9.5	Region of Interest	47
9.6	Binning.....	48
9.6.1	Sensor Binning(Monochrome Only)	49
9.6.2	Logic Binning	50
9.7	Pixel Format.....	51
9.8	Device Tap Geometry.....	53
9.9	Camera Link Clock	54
9.10	Data ROI (컬러 카메라)	55
9.11	White Balance (컬러 카메라)	56
9.11.1	Balance White Auto	56
9.12	Gain 및 Black Level.....	57
9.13	Optical Black Clamp	58
9.14	Dark Signal Non-uniformity Correction.....	58
9.14.1	사용자 DSNU 보정 값 생성 및 저장.....	59
9.15	Photo Response Non-uniformity Correction	60
9.15.1	사용자 PRNU 보정 값 생성 및 저장.....	61
9.16	FPN Coefficients Control	63
9.17	Digital I/O Control	64
9.18	Debounce.....	66
9.19	Temperature Monitor.....	67
9.20	Status LED.....	67
9.21	Test Pattern	68

9.22	Reverse X.....	69
9.23	Counter Control	70
9.24	Timer Control	72
9.25	Device User ID	73
9.26	Device Reset	74
9.27	Field Upgrade.....	74
9.28	User Set Control.....	74
Chapter 10. Camera Configuration		76
10.1	시리얼 통신.....	76
10.2	파라미터 실제 적용 시간	76
10.3	컨피규레이터(Configurator)	78
	10.3.1 컨피규레이터 시작하기	78
10.4	Command List	82
Chapter 11. 제품 동작 이상 확인 및 조치		89
Appendix A. Field Upgrade.....		91
Appendix B. Index		93

표 목차

표 5-1	VL-2K7C-M200I-2, VL-4K7C-M200I-2, VL-4K7C-M120I-1의 사양	19
표 5-2	VL-2K7C-C100I-2, VL-4K7C-C100I-2, VL-4K7C-C60I-2의 사양	20
표 7-1	Camera Link 커넥터 1 핀 구성	28
표 7-2	Camera Link 커넥터 2 핀 구성	29
표 7-3	전원 입력 단자의 핀 구성.....	30
표 7-4	컨트롤 입출력 단자의 핀 구성.....	31
표 8-1	XML Parameters related to Trigger Rescaler Mode	38
표 8-2	M42 마운트 지원 VL CL 카메라 모델별 허용 가능한 최대 Line Rate	41
표 8-3	최소 및 최대 노출 시간 설정 값	42
표 9-1	XML Parameters related to Device Scan Type	43
표 9-2	XML Parameters related to Device Scan Type	43
표 9-3	XML Parameters related to TDI Stages	44
표 9-4	카메라 모델별 설정 가능한 TDI Stage 수	44
표 9-5	XML Parameters related to Scan Direction	46
표 9-6	XML Parameters related to ROI.....	47
표 9-7	XML Parameters related to Binning	48
표 9-8	XML Parameter related to Pixel Format	51
표 9-9	Pixel Format Values	51
표 9-10	XML Parameter related to Device Tap Geometry	54
표 8-11	XML Parameters related to Camera Link Clock Speed.....	55
표 9-12	XML Parameters related to Data ROI.....	55
표 9-13	XML Parameters related to White Balance	56
표 9-14	XML Parameter related to Balance White Auto	56
표 9-15	XML Parameters related to Gain and Black Level	57

丑 9-16	XML Parameters related to Optical Black Clamp	58
丑 9-17	XML Parameters related to DSNU	58
丑 9-18	XML Parameters related to PRNU	60
丑 9-19	XML Parameters related to PRNU	63
丑 9-20	XML Parameters related to Digital I/O Control	64
丑 9-21	XML Parameters related to Device Temperature.....	67
丑 9-22	Status LED.....	67
丑 9-23	XML Parameter related to Test Pattern	68
丑 9-24	XML Parameter related to Reverse X	69
丑 9-25	XML Parameters related to Counter Control	71
丑 9-26	XML Parameters related to Timer Control.....	72
丑 9-27	XML Parameter related to Device User ID.....	73
丑 9-28	XML Parameter related to Device Reset	74
丑 9-29	XML Parameters related to User Set Control	74
丑 10-1	Command List #1	82
丑 10-2	Command List #2	83
丑 10-3	Command List #3	84
丑 10-4	Command List #4	85
丑 10-5	Command List #6	87
丑 10-6	Command List #7	88

그림 목차

그림 5-1	Camera Block Diagram	21
그림 5-2	Quantum Efficiency	22
그림 5-3	VL-2K/4K 시리즈 Mechanical Dimension.....	23
그림 5-4	VL 시리즈 제품을 거치할 때 고정나사 위치.....	24
그림 7-1	VL Series Back Panel	27
그림 7-2	26핀 Camera Link SDR 커넥터.....	28
그림 7-3	전원 입력 단자의 핀 배치도.....	30
그림 7-4	컨트롤 입출력 단자 핀 배치도	31
그림 7-5	Trigger/Strobe Circuit	32
그림 8-1	Trigger Mode = Off.....	34
그림 8-2	Trigger Mode = On.....	35
그림 8-3	Trigger Ratio = 0.5.....	38
그림 8-4	Timed Exposure Mode	39
그림 8-5	Trigger Width Exposure Mode.....	40
그림 9-1	바이리니어 픽셀 구조 (컬러 센서).....	45
그림 9-2	Scan Direction	46
그림 9-3	Region of Interest	47
그림 9-4	Sensor Binning.....	49
그림 9-5	모노 모드에서의 Logic Binning(Average)	50
그림 9-6	Device Tap Geometry	53
그림 9-7	유효 데이터 ROI.....	55
그림 9-8	User Output.....	65
그림 9-9	Exposure Active Signal	65
그림 9-10	Debounce.....	66

그림 9-11	Grey Horizontal Ramp	68
그림 9-12	원본 영상	69
그림 9-13	Reverse X된 영상	69
그림 9-14	Timer Signal	73
그림 9-15	User Set Control	75
그림 10-1	파라미터 실제 적용 시간	77
그림 10-2	Add to list in the Camera Scan window	79
그림 10-3	Device Property	80
그림 10-4	Configurator Plus 및 Device Maintenance	81

Chapter 1. 주의사항

일반 주의사항



Caution!

- 본 제품을 떨어트리거나, 임의대로 분해하거나 개조하지 마십시오. 기기의 훼손이나 감전사고의 위험이 있습니다.
- 사용 안전을 위하여 어린이의 손이나 애완동물이 접근할 수 있는 곳에 보관하지 마십시오.
- 만약 부주의로 인해 액체나 이물질이 본 기기 내부로 들어갔을 경우 본 제품을 사용하지 마시고 즉시 전원을 끈 후, 판매처에 연락을 취해 협조를 구하십시오.
- 젖은 손으로 본 제품을 조작하지 마십시오. 감전 사고의 우려가 있습니다.
- 카메라의 온도가 5.2 Specification에서 표기한 온도 범위를 벗어나지 않는지 주의하십시오. 극한 기온으로 인해 제품이 손상될 수 있습니다.

설치 시 주의사항



Caution!

- 먼지와 모래가 많거나 더러운 장소, 혹은 에어컨 및 난로 가까이에서 본 제품을 두지 마십시오. 제품이 손상될 수 있습니다.
- 진동, 열, 습기, 먼지, 폭발 및 부식을 발생시키는 연무 또는 가스가 있는 극한 환경에서 설치 및 운용하지 마십시오.
- 카메라에 진동 또는 충격을 가하지 마십시오. 제품이 손상될 수 있습니다.
- 제품에 강한 조명이 직접 닿지 않도록 하십시오. 영상 센서가 손상될 수 있습니다.
- 조명이 불안정한 곳에 제품을 설치하지 마십시오. 카메라에서 생성하는 영상 품질에 영향을 줄 수 있습니다.
- 제품 표면을 닦을 때, 용액이나 희석제를 사용하지 마십시오. 제품이 손상될 수 있습니다.

전원 공급 주의사항



Caution!

잘못된 전원을 공급하면 카메라가 손상될 수 있습니다. 카메라의 전원 전압 입력 범위를 초과하거나 미달될 경우 카메라가 손상되거나 오작동할 수 있습니다. 카메라의 전압 입력 범위는 5.2 Specification을 참조하십시오(※제조사 뷰웍스는 어댑터를 제공하지 않음, 전원 공급 장치를 사용한다면, UL 62368-1에서 규정하는 PS2 등급 이하의 장치 사용 권장).

카메라의 전원배선 연결 전에 카메라의 입력전원이 OFF 되어 있는 것을 확인한 후에 작업해 주십시오. 카메라 손상의 원인이 될 수 있습니다.

센서 청소 및 카메라 보관 주의 사항

가능한 한 카메라 센서의 표면은 닦지 않는 것이 좋습니다. 하지만, 표면에 먼지나 이물질이 있는 경우에는 부드럽고, 보푸라기가 없는 면봉에 적은 양의 고품질 렌즈 세정제를 적셔서 사용하십시오. 정전기 방전(ESD, Electrostatic Discharge)으로 인해 센서를 손상할 수 있으므로, 청소할 때 정전기가 발생하지 않는 천(예: 면 재질)을 사용해야 합니다.



센서 표면에 먼지나 이물질이 들어가지 않도록 주의하십시오.

카메라는 앞면에 플라스틱 보호 덮개를 씌워서 출하됩니다. 카메라 센서에 먼지나 이물질이 들어가는 것을 방지하려면 카메라에 렌즈를 장착하지 않았을 때에는 항상 플라스틱 보호 덮개를 씌워서 관리하십시오.

또한 카메라에 렌즈나 플라스틱 덮개를 장착하지 않았을 때에는 카메라가 아래쪽을 향하도록 하십시오.

센서 청소 절차

센서에 먼지나 이물질이 있는 경우에는 다음 절차에 따라서 닦아내십시오.

1. 이온 에어건을 사용하여 오염 물질을 제거합니다.
2. 이 단계에서 오염 물질이 제거되지 않으면, 다음 단계를 진행합니다.
3. 면봉(non-fluffy cotton buds)에 렌즈 세정제를 한 방울을 떨어뜨리고 센서의 오염 물질을 닦아냅니다.
4. 왼쪽에서 오른쪽으로(또는 오른쪽에서 왼쪽으로 한 방향으로만) 주의를 기울여서 닦습니다. 한 번 닦아낸 면봉의 면을 다시 사용하지 않도록 합니다. 그렇지 않으면, 면봉에 붙어 있던 오염 물질이 센서의 다른 곳에 다시 부착될 수 있습니다.
5. 렌즈를 장착하고, 작은 조리개(F8 이상)를 사용하고, 밝은 광원을 사용하여 영상을 획득합니다. 사용자 모니터에서 영상을 표시하면, 오염 물질의 유무를 확인합니다. 오염 물질이 없어질 때까지 위 단계를 반복합니다.



Caution!

센서 청소 과정에서 센서에 스크래치가 나거나, 정전기 방전으로 인해 센서에 전기적 손상이 발생하면 무상 보증에서 제외됩니다.

Chapter 2. 보증 범위

다음과 같은 경우 보증범위에서 제외됩니다.

- 인정되지 않는 제조자, Agent, 기술자에 의한 서비스와 개조로 인한 장비의 고장 등에 대해 제조사는 책임을 지지 않습니다.
- 운영자의 과실로 인한 자료의 분실 및 훼손에 대해 제조사는 책임을 지지 않습니다.
- 사용자가 사용 목적 이외의 용도로 사용하거나 무리한 사용 또는 과실로 인한 파손 및 고장이 발생한 경우
- 잘못된 전원사용, 사용 설명서에 명시된 사용 조건에서 사용하지 않을 경우
- 벼락, 지진, 화재, 홍수 등으로 인한 자연재해
- 허가 없이 장비의 부품 및 소프트웨어를 교체하거나 개조하여 문제가 발생한 경우

제품 관련 기술 지원 및 서비스가 필요한 경우 판매처나 제조사로 문의하십시오.

보증기간은 제품 판매 시 보증서에 명기되어 있는 기간으로 하고, 장비가 출고된 이후부터 적용됩니다.

Chapter 3. 규정 및 인증 준수 정보

KCC Statement

용도 구분	사용자 안내문
A 급 기기 (업무용 방송통신기기)	이 기기는 업무용(A 급)으로 전자파 적합 등록을 한 기기이오니 판매자 또는 사용자는 이점을 주의하시기 바라며, 가정 외의 지역에서 사용하는 것을 목적으로 합니다.

Chapter 4. 제품 구성

Package Components



VL-2K/4K 시리즈 Camera with M72 × 0.75 mount

Chapter 5. 제품 규격

5.1 Overview

VL-2K/4K 시리즈는 CMOS 센서를 채용한 라인 스캔(Line Scan) 카메라로 기존의 라인 스캔 카메라보다 더욱 빠른 Line Rate와 높은 감도를 제공합니다. 또한, 사용하기 편리한 크기와 함께 머신 비전 시스템에서 필요로 하는 높은 신뢰성과 작동 성능을 갖추고 있습니다.

VL-4K7C-M200I-2 모델의 경우 4096 x 2 해상도에서 최대 200 kHz의 Line Rate로 영상을 획득할 수 있으며 TDI 모드를 사용하면 4k 해상도의 영상을 2배 향상된 감도로 획득할 수 있습니다. 또한, VL-2K/4K 시리즈는 다양한 라인 스캔 애플리케이션에서 요구하는 다음과 같은 유용한 기능을 포함하고 있습니다.

주요 특징

- CMOS Line Scan
- Camera Link Full Interface
- Max. 4 k Pixel Resolution
- Dual Integration Mode
- Exposure Control
- PoCL Compliant
- GenICam Compatible -XML based Control

적용 부문

- Flat Panel Display Inspection
- Printed Circuit Board Inspection
- Parcel Sorting
- Document Scanning
- High Throughput Screening
- Printing/Packaging System

5.2 Specification

VL-2K/4K 시리즈 카메라 중에서 모노 카메라의 모델별 사양은 다음과 같습니다.

항목	VL-2K7C-M200I-2	VL-4K7C-M200I-2	VL-4K7C-M120I-1
Active Image (H × V)	2048 × 2	4096 × 2	
Sensor	Vieworks	Gpixel GL0402	
Pixel Size	7.0 μm × 7.0 μm		
Max. Line Rate	2 Tap	82.36 kHz	41.34 kHz
	3 Tap	123.06 kHz	61.89 kHz
	4 Tap	163.46 kHz	82.36 kHz
	8 Tap	200.00 kHz	163.46 kHz
	10 Tap	200.00 kHz	200.00 kHz
Camera Link Pixel Clock	45/65/85 MHz		50 MHz
Data Output Mode	8 bit(2/3/4/8/10 Tap), 10 bit(2/3/4/8 Tap) 또는 12 bit(2/3/4 Tap)		8 bit(2/3/4/8/10 Tap), 10 bit(2/3/4/8 Tap)
Pixel Data Format	Mono 8/10/12		Mono 8/10
Image Direction	CC3 또는 Programmable		
Dual Integration Mode	Supported		
Trigger Mode	Free-Run, Hardware Trigger, CC1		
Exposure Time	1.00 ~ 1000.00 μs		
Black Level	-4096 ~ 4095 LSB at 12 bit		-256~255 at 10 bit
Gain Control	Analog Gain	×1.25, ×1.75, ×2, ×3, ×4	
	Digital Gain	×1.00 ~ ×32.00	
Camera Interface	Camera Link (Base / Medium / Full / 10 Tap)		
External Trigger	External, 3.3 V ~ 5.0 V		
Power	External	10 ~ 30 VDC	
	Dissipation	Typ. 6.8 W	Typ. 5.1W
Environmental	Ambient Operating: 0°C~40°C (Housing: 10°C~50°C) Storage: 40°C~70°C		
Mechanical	60 mm × 60 mm × 37.1 mm, 224 g		
[Optional] Lens Mount	M42 × 1.0 mm		
[Optional] Sensor to Camera Front	Sensor to Camera Front: 10.1 mm		

표 5-1 VL-2K7C-M200I-2, VL-4K7C-M200I-2, VL-4K7C-M120I-1의 사양

VL-2K/4K 시리즈 카메라 중에서 컬러 카메라의 모델별 사양은 다음과 같습니다.

구분 항목	VL-2K7C-C100I-2	VL-4K7C-C100I-2	VL-4K7C-C60I-2
Active Image (H × V)	2048 × 2	4096 × 2	
Sensor	Vieworks	Gpixel GL0402	
Pixel Size	7.0 μm × 7.0 μm		
Max. Line Rate	2 Tap	41.34 kHz	20.71 kHz
	3 Tap	61.89 kHz	31.03 kHz
	4 Tap	82.36 kHz	41.34 kHz
	6 Tap	101.06 kHz	61.89 kHz
	8 Tap	101.06 kHz	82.36 kHz
	10 Tap	101.06 kHz	100.52 kHz
Camera Link Pixel Clock	45 / 65 / 85 MHz		50 MHz
Data Output Mode	8 bit(2/3/4/6/8/10 Tap), 10 bit(2/3/4/8 Tap) 또는 12 bit(2/3/4 Tap)		8 bit(2/3/4/6/8/10 Tap), 10 bit(2/3/4/8 Tap)
Pixel Data Format	Mono 8/10/12 BiColor RGBG 8/10/12 RGB 8/10/12 BGR 8/10/12		Mono 8/10 BiColor RGBG 8/10 RGB 8/10 BGR 8/10
Dual Integration Mode	Mono Color	Supported	
Trigger Mode	Free-Run, Hardware Trigger, CC1		
Exposure Time	1.00 ~ 1000.00 μs		
Black Level	-4096 ~ 4095 LSB at 12 bit		-256~255 at 10bit
Gain Control	Analog Gain	×1.25, ×1.75, ×2, ×3, ×4	
	Digital Gain	×1.00 ~ ×32.00	
Camera Interface	Camera Link (Base / Medium / Full / 10 Tap)		
External Trigger	External, 3.3 V – 5.0 V		
Power	External	10 ~ 30 VDC	
	Dissipation	Typ. 6.8 W	Typ. 5.1 W
Environmental Mechanical	Ambient Operating: 0°C~40°C (Housing: 10°C~50°C), Storage: 40°C~70°C		
[Optional] Lens Mount	60 mm × 60 mm × 37.1 mm, 224 g		
[Optional] Sensor to Camera Front	M42 × 1.0 mm		
	Sensor to Camera Front: 10.1 mm		

표 5-2 VL-2K7C-C100I-2, VL-4K7C-C100I-2, VL-4K7C-C60I-2의 사양

5.3 Camera Block Diagram

VL-2K/4K 시리즈는 3개의 PCB로 구성되어 있고, Block Diagram은 다음과 같습니다.

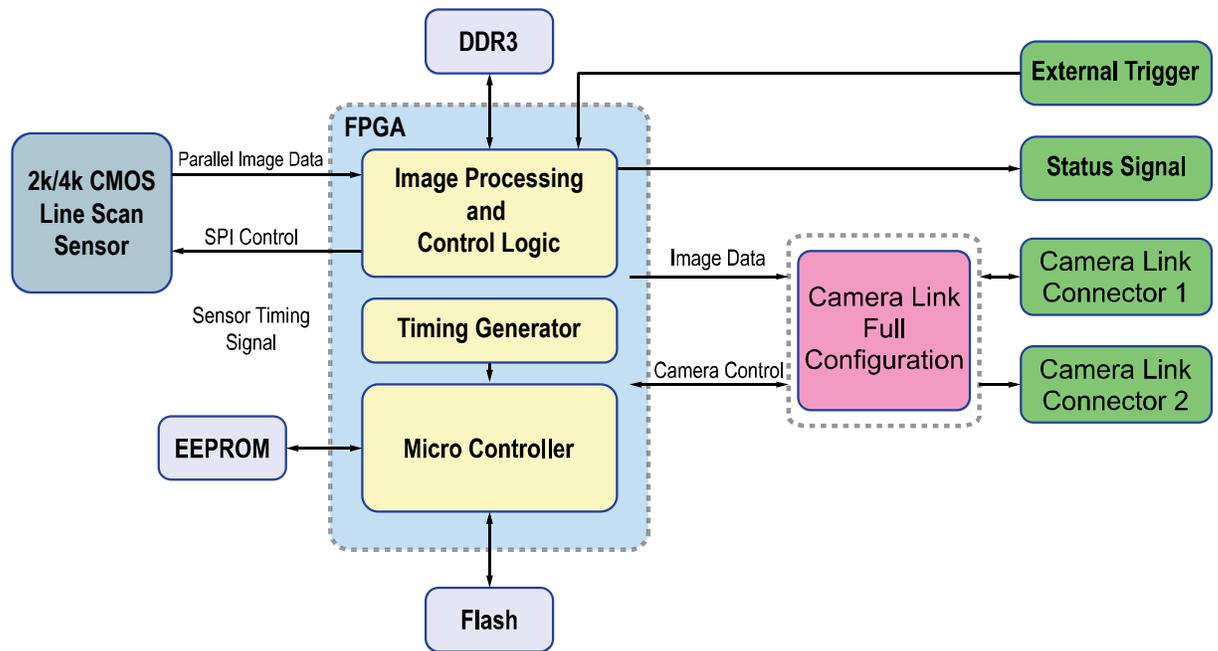


그림 5-1 Camera Block Diagram

5.4 양자 효율

다음 그래프는 VL-2K/4K 시리즈 카메라에 대한 양자 효율(Quantum Efficiency)을 보여줍니다.

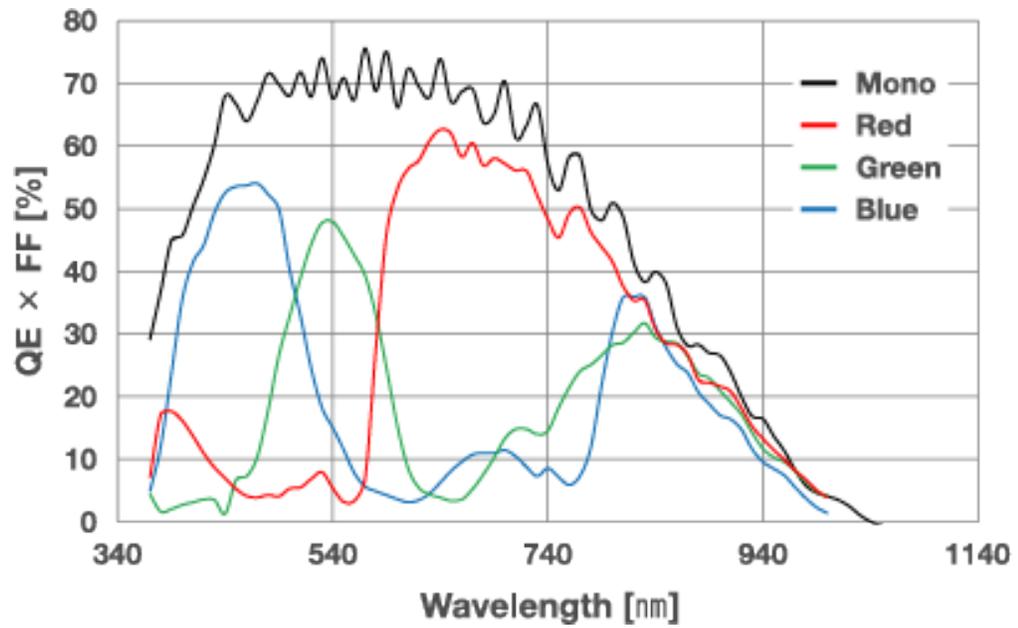


그림 5-2 Quantum Efficiency

5.5 Mechanical Specification

다음 도면은 밀리미터 단위의 카메라 치수를 나타냅니다.

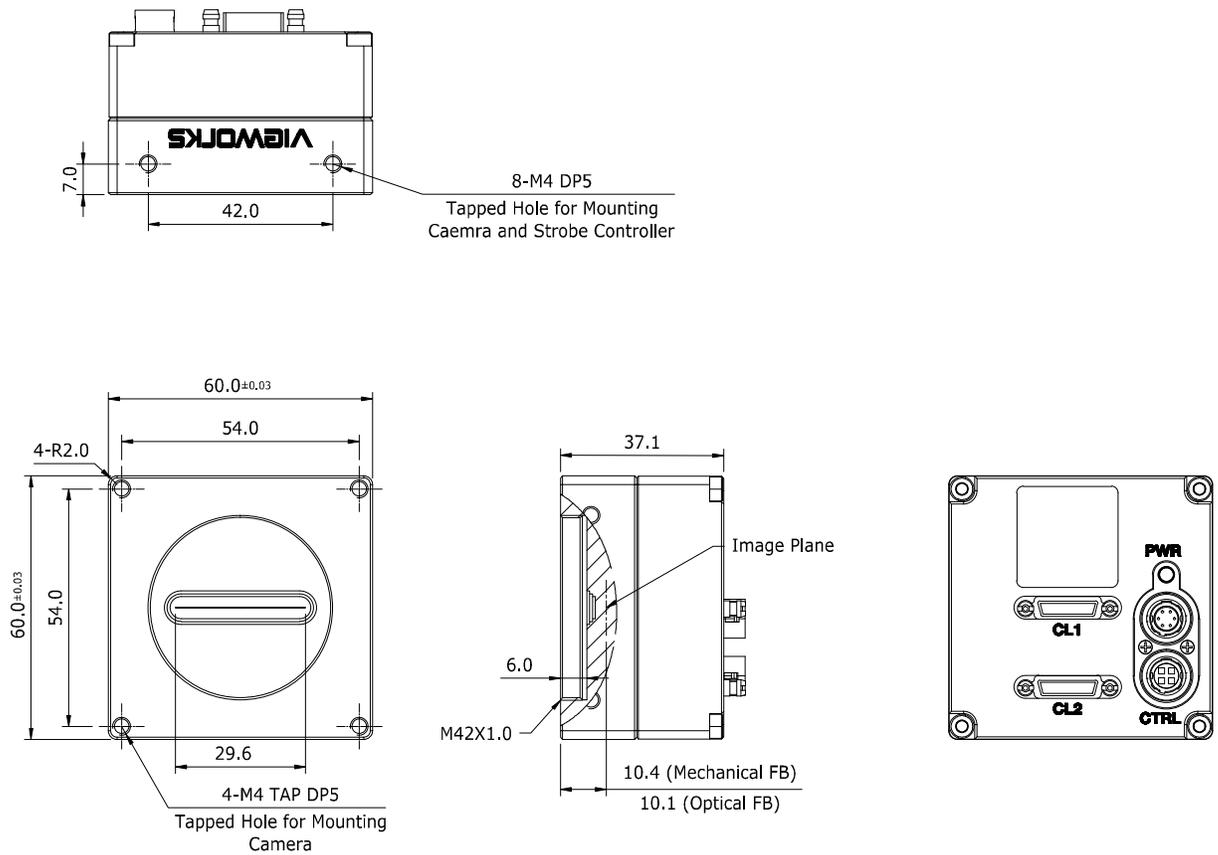


그림 5-3 VL-2K/4K 시리즈 Mechanical Dimension

5.5.1 Camera Mounting 및 Heat Dissipation

카메라는 충분히 방열할 수 있는 구조에 설치하여 카메라 하우징의 온도를 50도 미만으로 유지해야 합니다. VL 카메라는 저전력으로 설계되어 작동하는 동안 카메라의 하우징 온도는 지정된 제한 온도 범위 내에서 유지됩니다. 하지만 카메라를 방열할 수 없거나 열악한 환경에 설치하면 과열될 수 있습니다. 다음과 같은 일반적인 가이드라인에 따라서 설치하는 것이 좋습니다.

- 모든 경우에 있어, 카메라의 하우징 온도를 관찰하고 50도 이하로 유지하는 것이 좋습니다.
'gct' 명령을 사용하여 현재 카메라 내부 온도를 측정할 수 있습니다.
- 시스템의 금속 구조물 등에 장착하면 카메라가 충분히 방열할 수 있습니다.

5.5.2 제품 고정하기

필요할 경우 사용자는 VL 시리즈 제품을 단단하게 고정시켜서 사용할 수 있습니다. 이런 작업을 할 때 고정나사를 체결하여 이용할 수 있는 부분은 다음 그림에서 실선으로 표시한 8개 부분입니다.

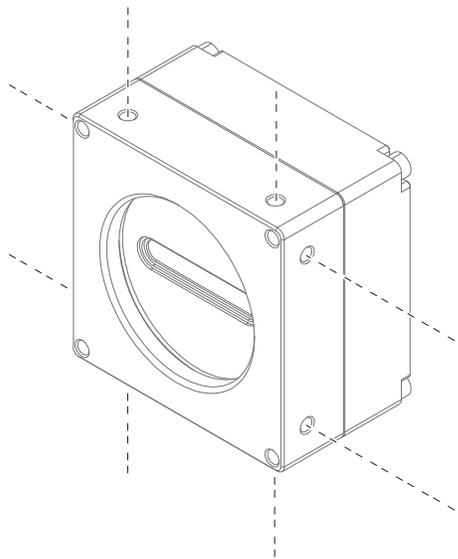


그림 5-4 VL 시리즈 제품을 거치할 때 고정나사 위치

네 개의 면 중에서 최소한 한 면 이상을 고정해야 하며, 이때 반드시 한 개의 면에 대하여 나사를 2개 모두 체결하십시오. 이 제품의 경우, 사용할 고정나사의 종류는 M4이며, 이 고정나사가 최소한 4mm 이상 카메라에 박히도록 체결하셔야 합니다.

Chapter 6. 카메라 연결 방법

다음 설명은 사용자의 PC에 Camera Link 프레임그래버(Frame Grabber)와 관련 소프트웨어가 설치되어 있다고 가정합니다. 자세한 내용은 Camera Link 프레임그래버 사용 설명서를 참조하세요.

다음 절차에 따라서 사용자 PC에 카메라를 연결합니다.

1. 카메라와 전원 공급 장치가 분리되어 있는지, PC의 전원이 꺼져 있는지 확인하세요.



Note:

다음 단계에서는 카메라 앞면에 있는 플라스틱 덮개를 제거하게 됩니다. 센서에 먼지나 이물질이 들어가지 않도록 플라스틱 덮개를 제거할 때 카메라가 아래쪽을 향하도록 하십시오.

2. 카메라의 앞면에서 플라스틱 덮개를 제거하고 렌즈를 장착합니다.
3. Camera Link 케이블의 한쪽 끝을 카메라의 Camera Link 커넥터에 꽂고, 다른 끝은 Camera Link 프레임그래버에 연결합니다.
4. 전원 어댑터를 카메라의 전원 입력 잭에 연결합니다.
5. 전원 어댑터의 플러그를 전기 콘센트에 꽂습니다.
6. 모든 케이블이 제대로 연결되었는지 확인합니다.

6.1 센서 중심 조정에 대한 주의사항

- 출하 시 중심이 맞춰진 상태이기 때문에 따로 조정이 필요 없습니다.
- 부득이하게 조정이 필요한 경우에는 제조사 또는 판매처에 문의해 주십시오.

6.2 카메라 제어

- 뷰웍스에서 제공하는 컨피규레이터(Configurator)를 사용하면 카메라를 손쉽게 제어할 수 있습니다.

이를 사용하려면 Configurator.exe 파일을 실행하십시오.

- 최신 컴피규레이터는 <http://vision.vieworks.com>에서 다운로드할 수 있습니다.
- 사용하는 프레임그래버 사용 설명서를 참조하십시오.

Chapter 7. Camera Interface

7.1 General 설명

카메라의 후면부에는 4종류의 연결 잭과 상태표시 LED가 있으며 각각의 기능은 다음과 같습니다.

- | | |
|---|------------------------|
| ① 26핀 SDR 커넥터 1(Camera Link Base): | 비디오 데이터 전송 및 카메라 컨트롤 |
| ② 26핀 SDR 커넥터 2(Camera Link Medium/Full): | 비디오 데이터 전송 |
| ③ Status LED: | 전원 상태 및 작동 모드 표시 |
| ④ 6핀 전원 입력 단자: | 카메라 전원 입력 |
| ⑤ 4핀 컨트롤 입출력 단자: | 외부 트리거 신호 입력 및 스트로브 출력 |

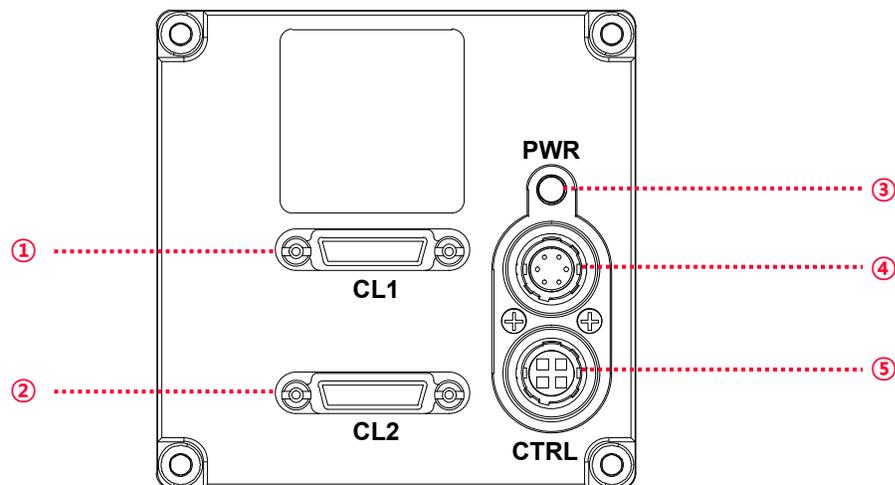


그림 7-1 VL Series Back Panel

7.2 Camera Link SDR 커넥터

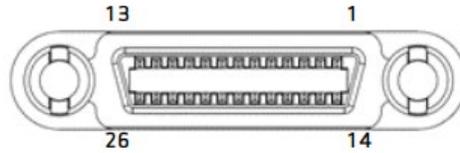


그림 7-2 26핀 Camera Link SDR 커넥터

카메라 출력은 카메라 링크(Camera Link) 표준을 따르며, 커넥터의 핀 구성은 다음 표와 같습니다.

PAIR List	Pin	Signal Name	Type	설명
PAIR 0	1	PoCL_1	PoCL	Cable Shield
	14	Ground	Ground	Cable Shield
PAIR 1	2	-X0	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
	15	+X0	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
PAIR 2	3	-X1	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
	16	+X1	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
PAIR 3	4	-X2	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
	17	+X2	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
PAIR 4	5	-XCLK	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
	18	+XCLK	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
PAIR 5	6	-X3	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
	19	+X3	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
PAIR 6	7	+ SerTC	LVDS - In	Serial Data Receiver
	20	- SerTC	LVDS - In	Serial Data Receiver
PAIR 7	8	- SerTFG	LVDS - Out	Serial Data Transmitter
	21	+ SerTFG	LVDS - Out	Serial Data Transmitter
PAIR 8	9	- CC 1	LVDS - In	Software External Trigger
	22	+ CC 1	LVDS - In	Software External Trigger
PAIR 9	10	- CC 2	LVDS - In	N/A
	23	+ CC 2	LVDS - In	N/A
PAIR 10	11	- CC 3	LVDS - In	Image Direction
	24	+ CC 3	LVDS - In	Image Direction
PAIR 11	12	- CC 4	LVDS - In	N/A
	25	+ CC 4	LVDS - In	N/A
PAIR 12	13	Ground	Ground	Cable Shield
	26	PoCL_1	PoCL	Cable Shield

표 7-1 Camera Link 커넥터 1 핀 구성

PAIR List	Pin	Signal Name	Type	설명
PAIR 0	1	PoCL_2	PoCL	Cable Shield
	14	Ground	Ground	Cable Shield
PAIR 1	2	-Y0	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
	15	+Y0	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
PAIR 2	3	-Y1	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
	16	+Y1	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
PAIR 3	4	-Y2	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
	17	+Y2	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
PAIR 4	5	-YCLK	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
	18	+YCLK	LVDS - Out	Camera Link Clock Tx
PAIR 5	6	-Y3	LVDS - Out	Camera Link Channel Tx
	19	+Y3	LVDS - Out	Camera Link Channel Tx
PAIR 6	7	-	Not Used	Connected with 100 ohm
	20	-	Not Used	
PAIR 7	8	-Z0	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
	21	+Z0	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
PAIR 8	9	-Z1	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
	22	+Z1	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
PAIR 9	10	-Z2	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
	23	+Z2	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
PAIR 10	11	-ZCLK	LVDS - Out	Camera Link Transmitter
	24	+ZCLK	LVDS - Out	Camera Link Clock Tx
PAIR 11	12	-Z3	LVDS - Out	Camera Link Channel Tx
	25	+Z3	LVDS - Out	Camera Link Channel Tx
PAIR 12	13	Ground	Ground	Cable Shield
	26	PoCL_2	PoCL	Cable Shield

표 7-2 Camera Link 커넥터 2 핀 구성

**Note:**

일반적으로 45MHz 기준 최대 10미터의 카메라 링크 케이블을 VL 카메라와 함께 사용할 수 있습니다. 하지만 품질이 낮은 케이블을 사용할 경우 허용 가능한 케이블 길이는 줄어들 수 있습니다.

7.3 전원 입력 단자

전원 입력 단자는 Hirose 6핀 커넥터(part # HR10A-7R-6PB)이며 핀 배치 및 구성은 다음과 같습니다.

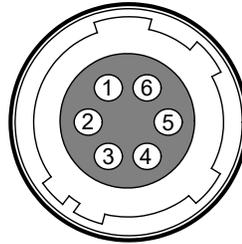


그림 7-3 전원 입력 단자의 핀 배치도

Pin Number	Signal	Type	설명
1, 2, 3	+ 12 VDC	Input	DC Power Input
4, 5, 6	DC Ground	Input	DC Ground

표 7-3 전원 입력 단자의 핀 구성



Note:

- Hirose 6핀 커넥터에 권장되는 메이팅(mating) 커넥터는 Hirose 6핀 플러그(part # HR10A-7P-6S) 또는 동종의 커넥터입니다.
- 외부 전원 공급 장치는 12 VDC \pm 10% 전압 출력에 3A 이상 전류 출력을 가지는 전원 어댑터의 사용을 추천합니다(※ 카메라 제조사 뷰웍스는 어댑터를 제공하지 않음, 전원 공급 장치를 사용한다면, UL 62368-1에서 규정하는 PS2 등급 이하의 장치 사용 권장).

전원 입력 시 주의사항



Caution!

- 카메라의 전원 배선 연결 전에 카메라의 입력 전원이 꺼져 있는 것을 확인한 후에 작업을 해주십시오. 카메라 손상의 원인이 될 수 있습니다.
- 카메라의 전원 전압 입력 범위를 초과하여 전압을 공급하면 카메라의 내부 회로가 손상될 수 있습니다.
- PoCL과 외부 전원을 함께 사용하지 마십시오.

7.4 컨트롤 입출력 단자

컨트롤 입출력 단자(Control Receptacle)는 Hirose 4핀 커넥터(part # HR10A-7R-4S)이며, 외부 트리거 신호 입력과 스트로브 출력 포트에 구성되어 있습니다. 핀 배치 및 구성은 다음과 같습니다.

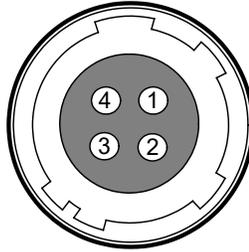


그림 7-4 컨트롤 입출력 단자 핀 배치도

Pin Number	Signal	Type	설명
1	Trigger Input	Input	3.3 V ~ 5.0 V TTL input Input resistance: 1 k Ω
2	-	-	-
3	DC Ground	-	DC Ground
4	Strobe Out	Output	3.3 V TTL Output Output resistance: 47 Ω

표 7-4 컨트롤 입출력 단자의 핀 구성



Note:

Hirose 4핀 커넥터에 권장되는 메이팅(mating) 커넥터는 Hirose 4핀 플러그(part # HR10A-7P-4P) 또는 동종의 커넥터를 사용할 수 있습니다.

7.5 Trigger/Strobe Circuit

아래 그림은 4핀 커넥터의 트리거 신호 입력과 스트로브 출력 신호 회로를 나타내고 있습니다. 트리거 입력은 노이즈 마진이 우수한 CMOS 버퍼를 통해 내부 회로로 전달됩니다. 카메라에서 인식 가능한 최소 트리거 폭은 $1\ \mu\text{s}$ 이며 입력된 트리거 신호가 $1\ \mu\text{s}$ 폭보다 작을 경우 카메라에서 트리거 신호는 무시하게 됩니다.

스트로브 출력 신호는 3.3 V 출력 레벨의 Line Driver IC를 통해서 출력되며, 신호의 펄스 폭은 카메라의 Exposure 신호(shutter)와 동기화하여 출력됩니다.

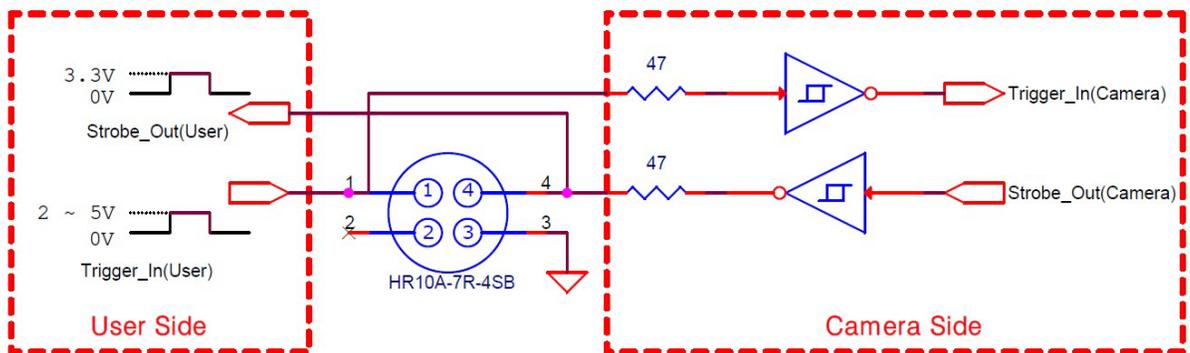


그림 7-5 Trigger/Strobe Circuit

Chapter 8. Acquisition Control

이 장에서는 영상을 획득하는 데 필요한 다음과 같은 항목에 대해 자세한 정보를 제공합니다.

- Acquisition Start/Stop 명령 및 Acquisition Mode 파라미터
- Line Start 트리거
- Line Rate 제어
- 노출 시간 설정

8.1 Acquisition Start/Stop 명령 및 Acquisition Mode

Acquisition Start 명령을 실행하면 카메라는 영상 획득을 준비합니다. Acquisition Start 명령을 실행하지 않으면 카메라는 영상을 획득할 수 없습니다.

Acquisition Stop 명령을 실행하면 카메라는 영상 획득을 종료합니다.

Acquisition Mode 파라미터는 Acquisition Start 명령의 작동 방법에 직접적인 영향을 미치고, VL-2K/4K 시리즈 카메라는 Continuous만 지원합니다.

Acquisition Start 명령은 Acquisition Stop 명령을 실행하기 전까지 계속 유지됩니다. Acquisition Stop 명령을 실행하면 카메라는 Acquisition Start 명령을 새로 실행하기 전까지 영상을 획득할 수 없습니다.

8.2 Line Start 트리거

Trigger Selector 파라미터를 사용하여 트리거 유형을 선택할 수 있고, VL-2K/4K 시리즈 카메라는 Line Start 트리거만 사용할 수 있습니다. Line Start 트리거는 라인 영상 획득을 시작하는 데 사용됩니다. Line Start 트리거는 카메라 내부에서 생성하거나 Trigger Source 파라미터를 Line0 또는 CC1으로 설정하여 외부에서 공급할 수도 있습니다. Line Start 트리거를 카메라에 공급하면 카메라는 라인 영상 획득을 시작합니다.

8.2.1 Trigger Mode

Line Start 트리거와 관련된 가장 중요한 파라미터는 Trigger Mode 파라미터입니다. Trigger Mode 파라미터는 Off 또는 On으로 설정할 수 있습니다.

Trigger Mode = Off

Trigger Mode 파라미터를 Off로 설정하면 필요한 모든 Line Start 트리거를 카메라 내부에서 생성하기 때문에 사용자는 카메라에 Line Start 트리거를 공급할 필요가 없습니다.

Trigger Mode를 Off로 설정한 후 Acquisition Start 명령을 실행하면 카메라는 자동으로 Line Start 트리거 신호를 생성합니다. 카메라는 Acquisition Stop 명령을 실행할 때까지 계속해서 Line Start 트리거 신호를 생성합니다.



Free-Run

Trigger Mode 파라미터를 Off로 설정하면 카메라 내부에서 필요한 모든 트리거 신호를 생성합니다. 이와 같이 카메라를 설정하면 사용자가 필요한 트리거를 공급하지 않아도 계속해서 영상을 획득합니다. 이러한 사용 방법을 흔히 Free-Run이라고 합니다.

카메라에서 Line Start 트리거 신호를 생성하는 속도는 Acquisition Line Rate 파라미터에 의해 결정될 수 있습니다.

- 현재 카메라 설정에서 허용 가능한 최대 line rate보다 작은 값으로 설정하면 지정한 line rate로 영상을 획득합니다.
- 현재 카메라 설정에서 허용 가능한 최대 line rate보다 큰 값으로 설정하면 카메라는 허용 가능한 최대 line rate로 영상을 획득합니다.

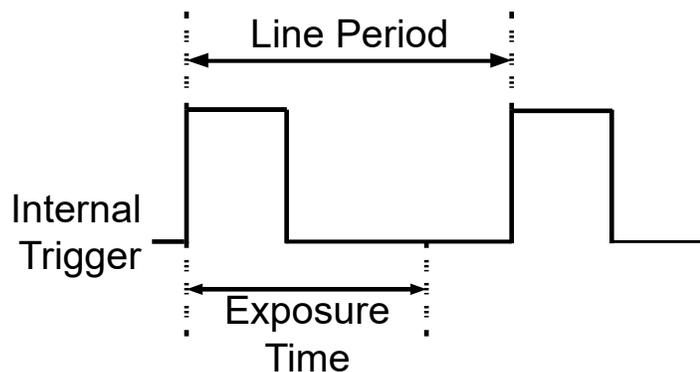


그림 8-1 Trigger Mode = Off

Trigger Mode = On

Trigger Mode 파라미터를 On으로 설정하면 사용자는 영상 획득을 위해 카메라에 Line Start 트리거 신호를 공급해야 합니다. Trigger Source 파라미터는 Line Start 트리거 신호 역할을 할 소스 신호(source signal)를 지정합니다.

설정 가능한 Trigger Source 파라미터는 다음과 같습니다.

- Line0: 외부에서 생성된 전기 신호(흔히 하드웨어 또는 External 트리거 신호라고 함)를 카메라의 컨트롤 입/출력 단자에 주입하여 카메라에 Line Start 트리거 신호를 공급할 수 있습니다. 자세한 내용은 6.5 Trigger/Strobe Circuit를 참조하십시오.
- CC1: Camera Link 인터페이스의 CC1을 통해서 카메라에 Exposure Start 트리거 신호를 공급할 수 있습니다. 자세한 내용은 Camera Link 프레임그래버 사용 설명서를 참조하십시오.

Trigger Source 파라미터를 설정한 후 Trigger Activation 파라미터도 설정해야 합니다.

설정 가능한 Trigger Activation 파라미터는 다음과 같습니다.

- Rising Edge: 전기 신호의 상승 에지(rising edge)를 Line Start 트리거로 작동하도록 지정합니다.
- Falling Edge: 전기 신호의 하강 에지(falling edge)를 Line Start 트리거로 작동하도록 지정합니다.
- Any Edge: 전기 신호의 상승 및 하강 에지를 Line Start 트리거로 작동하도록 지정합니다.

Trigger Mode 파라미터를 On으로 설정한 경우 카메라의 line rate는 외부 트리거 신호를 조작하여 제어할 수 있습니다. 이때, 허용 가능한 최대 line rate보다 빠른 속도로 트리거 신호를 공급하면 안 됩니다.

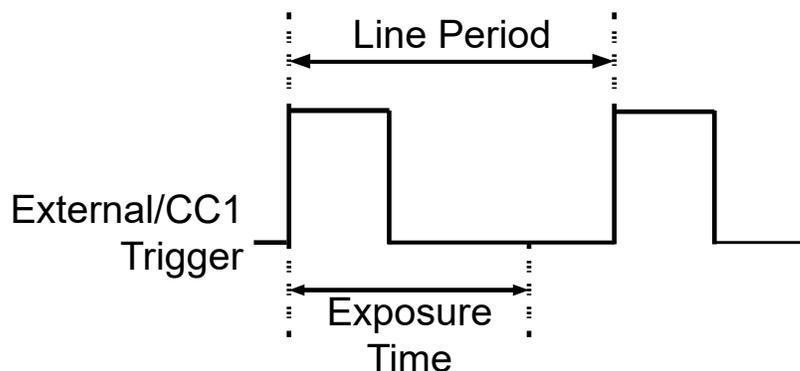


그림 8-2 Trigger Mode = On

8.2.2 CC1 트리거 신호 사용하기

Trigger Mode 파라미터를 On으로 설정하고 Trigger Source 파라미터를 CC1으로 설정한 경우 카메라에 CC1 트리거 신호(exposure start)를 공급해야 영상 획득을 시작할 수 있습니다. CC1 트리거 신호는 카메라의 Exposure Start 트리거 신호 역할을 수행합니다. 자세한 내용은 Camera Link 프레임그래버 사용 설명서를 참조하십시오.

CC1 신호의 상승 에지(rising edge) 또는 하강 에지(falling edge)를 영상 획득 트리거로 사용할 수 있습니다. Trigger Activation 파라미터에서 상승 에지 또는 하강 에지를 트리거로 설정할지 선택합니다. 카메라가 Exposure Start 트리거 획득 대기 상태에 있는 경우 수신하는 트리거 신호가 적절하게 전이(transition)할 때마다 영상 획득을 시작합니다.

카메라는 CC1 트리거 신호를 수신한 후 노출을 시작하는데, CC1 신호의 제어에 의해 카메라가 작동하는 경우 CC1 트리거 신호의 주기에 따라 라인을 획득하는 속도 (Line rate)가 결정됩니다.

$$\frac{1}{\text{CC1 signal period in seconds}} = \text{Line Rate}$$

예를 들어, 1 μ s(0.001초) 주기의 CC1 트리거 신호로 카메라를 작동하면 Line rate는 1 kHz입니다.



Note:

TriggerActivation 파라미터를 AnyEdge로 사용하는 경우, 외부 트리거의 듀티비(duty cycle)를 50%로 사용해야 합니다. 그 외의 경우에는 트리거의 간격이 일정하지 않아서 해당 기능이 목적과 다르게 동작할 수도 있기 때문입니다. 그리고 TriggerRescaler 기능을 사용할 경우에는 AnyEdge보다 RisingEdge나 FallingEdge로 설정하는 것을 권장합니다.

8.2.3 External 트리거 신호 사용하기

Trigger Mode 파라미터를 On으로 설정하고 Trigger Source 파라미터를 Line0으로 설정한 경우 컨트롤 입/출력 단자에 주입되는 외부에서 생성한 전기 신호가 카메라의 Exposure Start 트리거 신호 역할을 수행합니다. 이런 유형의 트리거 신호를 일반적으로 하드웨어 트리거 신호라고도 합니다.

외부 신호의 상승 에지(rising edge) 또는 하강 에지(falling edge)를 영상 획득 트리거로 사용할 수 있습니다. Trigger Activation 파라미터에서 상승 에지 또는 하강 에지를 트리거로 설정할지 선택합니다.

카메라가 Exposure Start 트리거 획득 대기 상태에 있는 경우 수신하는 트리거가 적절하게 전이(transition)할 때마다 영상 획득을 시작합니다. 카메라는 외부 트리거 신호를 수신한 후 노출을 시작하는데, 외부 신호의 제어에 의해 카메라가 작동하는 경우에는 외부 트리거 신호의 주기에 따라 라인을 획득하는 속도 (Line rate)가 결정됩니다.

$$\frac{1}{\text{External signal period in seconds}} = \text{Line Rate}$$

예를 들어, 1 μ s(0.001초) 주기의 외부 트리거 신호로 카메라를 작동하면 Line rate는 1 kHz입니다.



Note:

TriggerActivation 파라미터를 AnyEdge로 사용하는 경우, 외부 트리거의 듀티비(duty cycle)를 50%로 사용해야 합니다. 그 외의 경우에는 트리거의 간격이 일정하지 않아서 해당 기능이 목적과 다르게 동작할 수도 있기 때문입니다. 그리고 TriggerRescaler 기능을 사용할 경우에는 AnyEdge보다 RisingEdge나 FallingEdge로 설정하는 것을 권장합니다.

8.2.4 Trigger Multiplier/Divider

Trigger Multiplier나 Trigger Divider를 사용하면 외부 트리거 신호의 주기를 원하는 비율로 조절할 수 있습니다. 예를 들어, 컨베이어 벨트(Conveyor Belt)의 인코더(Encoder)를 사용하여 카메라의 입력 단자에 트리거 신호를 공급하는 경우, 인코더에서 한 회전당 출력하는 펄스의 수는 고정되어 있습니다. 이때, 수직 방향의 영상 피치를 맞추기 위해 트리거 신호의 주기를 조절해야 하는 경우 Trigger Multiplier 또는 Trigger Divider에서 사용자가 카메라에 입력된 트리거 신호의 주기를 다음과 같이 조절할 수 있습니다.

$$\text{Line Rate (Hz)} = \text{External Trigger Line Rate} \times \text{Trigger Ratio}$$

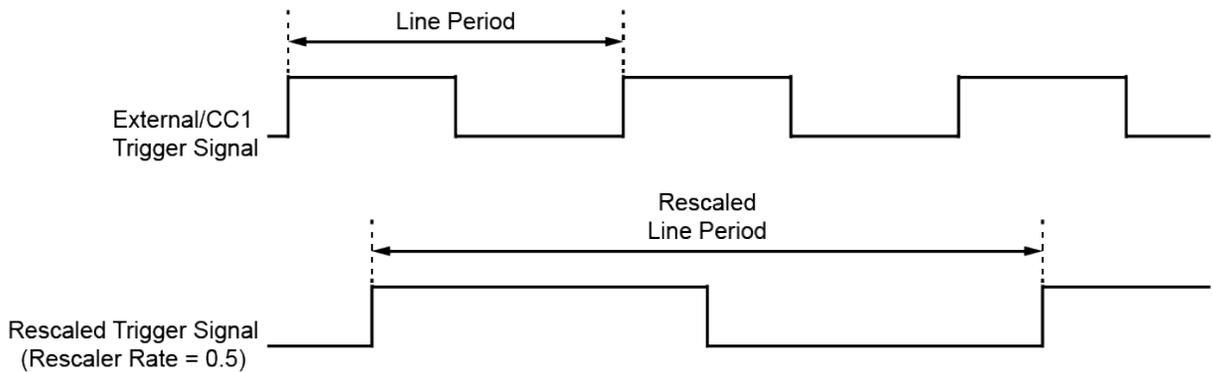


그림 8-3 Trigger Ratio = 0.5

Trigger Multiplier와 Trigger Divider 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters	Value	설명	
Acquisition	Trigger Multiplier	1 ~ 1024	변환할 트리거 비율 설정
Control	Trigger Divider	1 ~ 1024	변환할 트리거 비율 설정
	Trigger Ratio	0.000977 ~ 1024	변환된 트리거 비율
	TriggerRescalerFilter	외부 트리거 신호의 지터(jitter)를 감소하기 위한 필터 지수 설정	
		SIZE16	필터 지수를 16으로 설정
		SIZE32	필터 지수를 32로 설정
		SIZE64	필터 지수를 64로 설정
		SIZE128	필터 지수를 128로 설정
		SIZE256	필터 지수를 256으로 설정
		SIZE512	필터 지수를 512로 설정

표 8-1 XML Parameters related to Trigger Rescaler Mode

8.2.5 Exposure Mode

외부에서 생성된 트리거 신호를 영상 획득 트리거로 사용하는 경우에는 Timed 및 Trigger Width 두 가지 유형의 노출 모드를 사용할 수 있습니다.

Timed 노출 모드

Timed 모드를 선택하면 각 영상 획득의 노출 시간이 Exposure Time 파라미터에 의해 결정됩니다. 상승 에지(rising edge) 트리거로 설정하면 외부 트리거 신호가 상승할 때 노출 시간이 시작되고, 하강 에지(falling edge) 트리거로 설정하면 외부 트리거 신호가 하강할 때 노출 시간이 시작됩니다. 아래 그림은 상승 에지(rising edge) 트리거로 설정한 Timed 노출 모드를 나타냅니다.

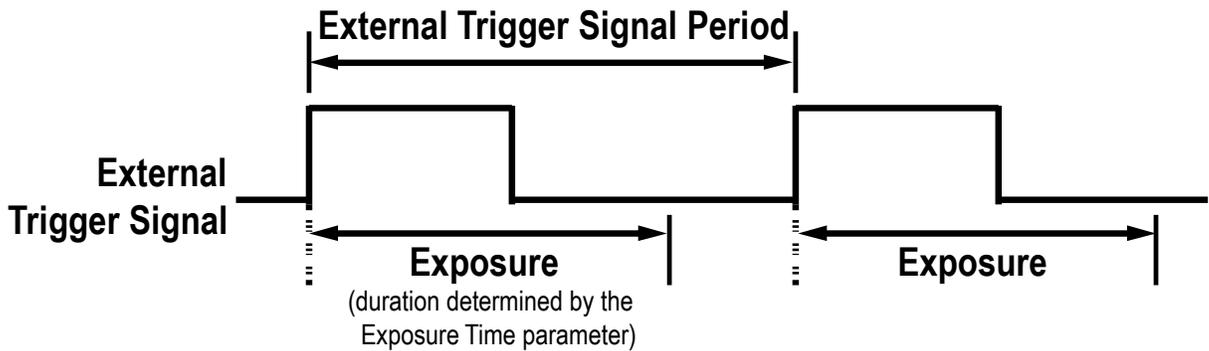


그림 8-4 Timed Exposure Mode

Trigger Width 노출 모드

Trigger Width 노출 모드를 선택하면 각 영상 획득의 노출 구간을 외부 트리거 신호로 직접 제어할 수 있습니다. 상승 에지(rising edge) 트리거로 설정하면 외부 트리거 신호가 상승할 때 노출을 시작하고, 노출 구간은 신호가 하강할 때까지 계속됩니다. 하강 에지(falling edge) 트리거로 설정하면 외부 트리거 신호가 하강할 때 노출을 시작하고, 노출 구간은 신호가 상승할 때까지 계속됩니다. 아래 그림은 상승 에지(rising edge) 트리거로 설정한 Trigger Width 노출 모드를 나타냅니다.

Trigger Width 노출은 영상마다 다른 노출 구간을 적용할 때 유용합니다.

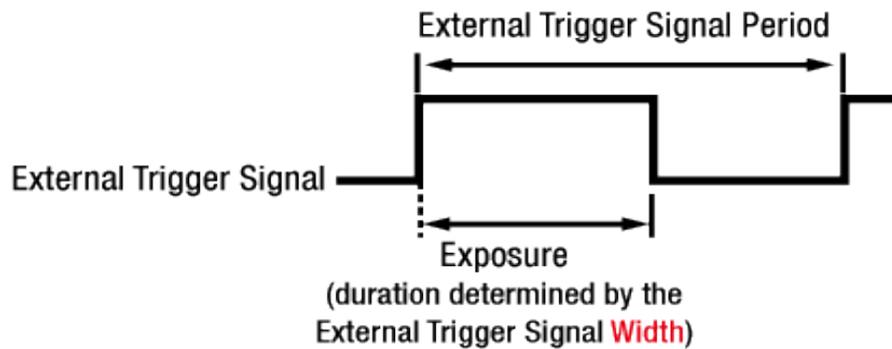


그림 8-5 Trigger Width Exposure Mode

8.3 허용 가능한 최대 Line Rate

일반적으로 카메라에서 허용 가능한 최대 line rate는 다음과 같은 여러 요소에 의해 제한됩니다.

- Camera Link Tap Configuration(Tap Mode) 설정
 카메라를 더 많은 Tap을 사용하도록 설정하면 카메라에서 획득한 라인 영상을 사용자 컴퓨터의 Camera Link 프레임그래버로 전송하는 시간이 더 적게 걸립니다. 예를 들어, Tap Mode 파라미터를 8 Tap(Camera Link Full Configuration)으로 설정하면, 4 Tap(Camera Link Medium Configuration)으로 설정했을 때 보다 2배 더 빠른 속도로 카메라에서 데이터를 전송합니다.
- 이미지 가로 사이즈, 카메라의 Width를 작게 적용하면 초당 획득할 수 있는 라인 수가 증가합니다.
- 영상에 대한 노출 시간. 매우 긴 노출 시간을 사용하면 초당 획득할 수 있는 라인 수가 줄어듭니다.

M42 마운트를 지원하는 VL CL 카메라 모델별 Pixel Clock 85 MHz에서 허용 가능한 최대 line rate는 다음과 같습니다(8 bit 기준). 단, VL-4K7C-M120I-1와 VL-4K7C-C60I-2는 50 MHz만 가능합니다.

Tap Mode	VL-2K7C-M200I-2	VL-4K7C-M200I-2	VL-4K7C-M120I-1
2 Tap	82.3 kHz	41.3 kHz	41.3 kHz
3 Tap	123.0 kHz	61.8 kHz	61.8 kHz
4 Tap	163.4 kHz	82.3 kHz	82.3 kHz
6 Tap	N/A	N/A	N/A
8 Tap	200.0 kHz	163.4 kHz	122.8 kHz
10 Tap	200.0 kHz	200.0 kHz	122.8 kHz

Tap Mode	VL-2K7C-C100I-2			VL-4K7C-C100I-2			VL-4K7C-C60I-2		
	MONO 8	RGB 8	BiColor RGBG 8	MONO8	RGB 8	BiColor RGBG 8	MONO 8	RGB 8	BiColor RGBG 8
2 Tap	82.3 kHz	27.5 kHz	41.3kHz	41.3kHz	13.8 kHz	20.7 kHz	24.3 kHz	8.1 kHz	12.1 kHz
3 Tap	123.0 kHz	41.3 kHz	61.8kHz	61.8kHz	20.7 kHz	31.0 kHz	36.4 kHz	12.1 kHz	18.2 kHz
4 Tap	163.4 kHz	55.0 kHz	82.3kHz	82.3kHz	27.5 kHz	41.3 kHz	48.4 kHz	16.2 kHz	24.3 kHz
6 Tap	200.0 kHz	82.3 kHz	100.5kHz	123.0kHz	41.3 kHz	61.8 kHz	72.3 kHz	24.3 kHz	36.4 kHz
8 Tap	200.0 kHz	100.5 kHz	100.5kHz	163.4kHz	55.0 kHz	82.3 kHz	96.1 kHz	32.3 kHz	48.4 kHz
10 Tap	200.0 kHz	100.5 kHz	100.5kHz	200.0kHz	68.7 kHz	100.5 kHz	119.7 kHz	40.4 kHz	60.4 kHz

†: Tap Mode를 4/6 Tap(CL Medium), 8/10 Tap(CL Full)으로 설정한 경우 두 개의 Camera Link 케이블을 사용하여 카메라와 Camera Link 프레임그래버를 연결해야 합니다.

표 8-2 M42 마운트 지원 VL CL 카메라 모델별 허용 가능한 최대 Line Rate

8.4 노출 시간 설정

이 절에서는 Exposure Time 파라미터를 설정하여 노출 시간을 어떻게 조절하는지 설명합니다. 카메라를 다음과 같은 방식으로 작동할 때에는 Exposure Time 파라미터를 설정하여 노출 시간을 지정해야 합니다.

- Trigger Mode를 Off로 설정
- Trigger Mode는 On, Trigger Source는 CC1 또는 Line0, Exposure Mode는 Timed로 설정

Exposure 동작에 필요한 Exposure Offset 값은 $2.46 \mu\text{s}$ 이며, VL-2K/4K 시리즈 카메라는 Exposure Time 파라미터로 설정한 노출 시간에 이 값을 자동으로 추가합니다. Exposure Time 파라미터는 마이크로세컨드(μs) 단위로 노출 시간을 설정합니다. 카메라의 허용 가능한 최소 및 최대 노출 시간은 다음과 같습니다.

Camera Model	최소 노출 시간	최대 노출 시간†
VL-2K/4K	$1 \mu\text{s}$	$1,000 \mu\text{s}$

†: Exposure Mode를 Trigger Width로 설정한 경우 노출 시간은 트리거 신호의 폭에 의해 결정되고 최대 제한은 없습니다.

표 8-3 최소 및 최대 노출 시간 설정 값

Chapter 9. Camera Features

9.1 Device Scan Type (Monochrome Only)

VL-2K7C-M200I-2나 VL-4K7C-M200I-2 카메라는 Areascan 또는 Linescan 두 가지 모드로 작동할 수 있습니다.

Areascan 모드에서 카메라는 두 개의 픽셀 라인을 사용하여 사용자가 설정한 이미지 사이즈 만큼의 Area 영상을 전송합니다. 이 모드는 검사 대상 위치와 카메라를 정렬하는 데 유용합니다. Linescan 모드에서 카메라는 라인 스캔 카메라로 작동합니다.

Device Scan Type 설정과 관련된 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters	Value	설명
DeviceControl DeviceScanType	Areascan	카메라를 Areascan모드로 작동 (VL-4K7C-M120I-1는 이 기능을 지원하지 않음)
	Linescan	카메라를 Linescan 모드로 작동

표 9-1 XML Parameters related to Device Scan Type

Areascan 모드로 사용할 경우 이미지 세로 사이즈 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters	Value	설명
ImageFormatControl Height	2 ~ 16384	Areascan 모드의 Height 설정

표 9-2 XML Parameters related to Device Scan Type

9.2 TDI Stages (Monochrome Only)

Linescan 모드에서는 TDI Stages 파라미터를 사용하여 카메라에서 사용할 Integration Stage 수를 결정할 수 있습니다. 예를 들어, 카메라에서 2개의 TDI Stage를 사용하도록 설정하면 2배 향상된 감도로 영상을 획득할 수 있습니다.

TDI Stage 설정과 관련된 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters		Value	설명
ImageFormatControl	TDI Stages	1	TDI Stage 수를 1로 설정
		2	TDI Stage 수를 2로 설정

표 9-3 XML Parameters related to TDI Stages

카메라 모델별 설정 가능한 TDI Stage 수는 다음과 같습니다.

Camera Model	The number of available TDI Stages
VL-2K/4K7C-M200I-2	1 / 2
VL-2K/4K7C-C100I-2, VL-4K7C-M120I-1, VL-4K7C-C60I-2	1

표 9-4 카메라 모델별 설정 가능한 TDI Stage 수

9.3 Color 카메라 출력 형식

VL-2K/4K 시리즈의 컬러 카메라에 적용한 센서는 다음과 같이 바이리니어(bilinear) 픽셀 구조를 갖고 있습니다.

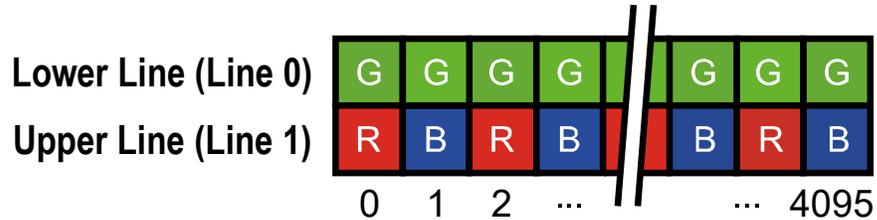


그림 9-1 바이리니어 픽셀 구조 (컬러 센서)

카메라가 최종적으로 출력하는 Camera Link 데이터는 사용자가 설정한 Pixel Format에 따라 Mono, RGB, BGR, RGBG 형태로 변환됩니다. Pixel Format을 Mono로 설정하면 카메라는 Green 픽셀에 해당하는 값만을 출력합니다. RGB, BGR로 설정한 경우에는 주변 픽셀을 Interpolation 하여 출력합니다. BiColor로 설정하면 Interpolation을 하지 않고 Bilinear 픽셀 형태로 출력하여 더 빠른 속도로 데이터를 출력할 수 있습니다.

허용 가능한 최대 Line Rate에 대해서는 7.3 허용 가능한 최대 Line Rate을 참조하십시오.

9.4 Scan Direction

Linescan 모드에서는 Scan Direction 파라미터를 사용하여 영상 센서의 스캔 방향을 선택할 수 있습니다. 라인 영상을 획득할 물체가 카메라의 윗부분을 먼저 지나가고, 그 다음 카메라의 아랫부분을 지나가는 경우에는 Forward 모드를 사용해야 합니다. 반대로 라인 영상을 획득할 물체가 카메라의 아랫부분을 먼저 지나가고, 그 다음 카메라의 윗부분을 지나가는 경우에는 Backward 모드를 사용해야 합니다.

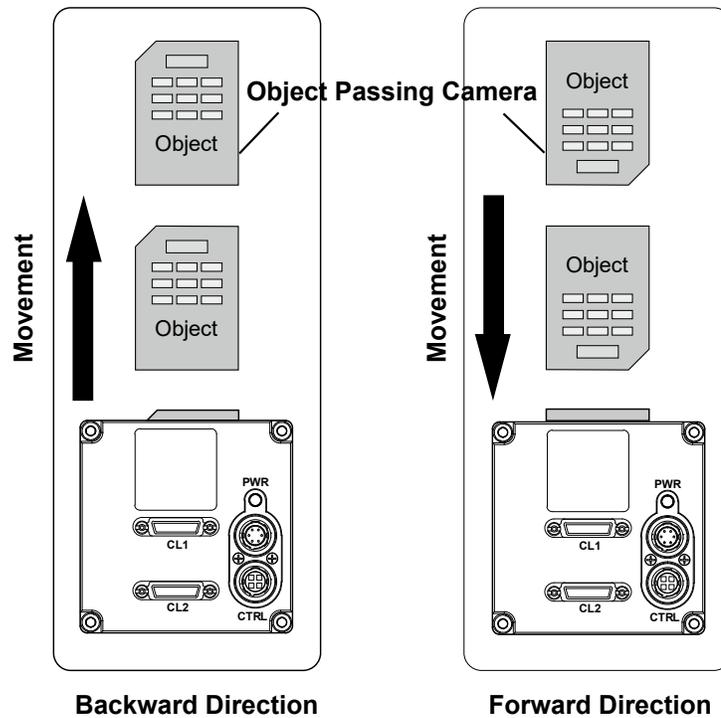


그림 9-2 Scan Direction

XML Parameters		Value	설명
ImageFormatControl	Scan Direction	Forward	Forward 방향으로 영상 스캔
		Backward	Backward 방향으로 영상 스캔

표 9-5 XML Parameters related to Scan Direction

Area 모드에서 Scan Direction 파라미터를 Backward로 설정하면 수직으로 방향이 바뀐 영상을 얻을 수 있습니다.

9.5 Region of Interest

ROI(Region of Interest) 기능을 통해 사용자는 센서 라인 중 필요로 하는 데이터를 포함한 국소 영역을 지정할 수 있습니다. 카메라를 운용하는 동안 지정한 영역의 픽셀 정보만 센서에서 readout한 다음 카메라에서 프레임그래버로 전송합니다.

ROI는 센서 열의 왼쪽 끝을 기준으로 하고, ROI의 위치와 크기는 Offset X 및 Width 설정에 따라 정의됩니다. 예를 들어, Offset X를 24로 설정하고 Width를 160으로 설정하면 다음 그림과 같이 ROI를 설정합니다. 이 경우, 카메라는 24부터 184까지의 픽셀을 readout하고 전송합니다.

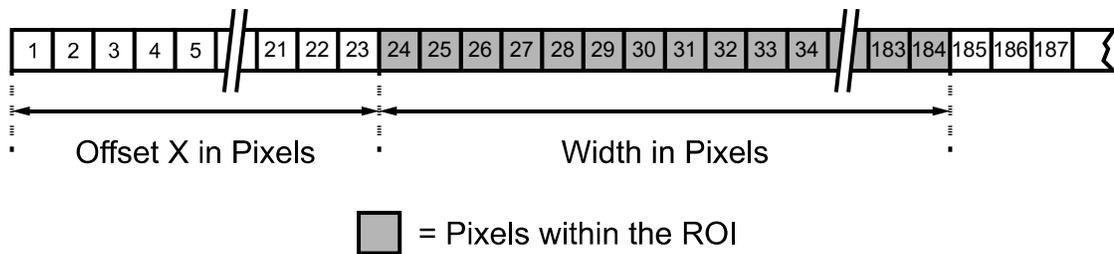


그림 9-3 Region of Interest

Linescan 모드에서 ROI 설정과 관련된 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters	Value†	설명	
ImageFormatControl	Width	-	Image ROI의 폭 설정
	OffsetX	-	Image ROI와 원점과의 수평 Offset 설정
	OffsetY	0	Image ROI와 원점과의 수직 Offset 설정

†: 이 표의 모든 파라미터는 pixel 단위

표 9-6 XML Parameters related to ROI

사용자는 Image Format Control 범주의 Width 파라미터를 설정하여 ROI 크기를 변경할 수 있습니다. 그리고 Offset X 파라미터를 설정하여 ROI의 원점 위치를 변경할 수 있습니다. 이때, Width + Offset X 값은 Width Max 값보다 작아야 합니다. 카메라의 Width는 기본적으로 최대값으로 설정되어 있으므로 사용자는 ROI 크기를 먼저 설정한 후 Offset 값을 설정해야 합니다.

- Width 파라미터는 8의 배수로 설정해야 합니다.
- 설정 가능한 최소 ROI Width는 24입니다.



Caution!

Acquisition Start 명령을 실행한 후 카메라의 Image ROI 설정을 변경하면 비정상적인 영상을 획득할 수 있습니다. Acquisition Stop 명령을 실행한 후 Image ROI 설정을 변경하십시오.

9.6 Binning

Binning은 인접한 픽셀의 값을 더해서 하나의 픽셀로 내보냄으로써 레벨 값은 증가시키고, 해상도는 감소시키는 효과를 갖습니다. Binning 기능 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters	Value	설명
ImageFormat Control	Sensor	Binning 엔진을 Sensor로 선택. Binning을 센서에 의해 아날로그로 적용합니다. (VL-4K7C-M120I-1, VL-4K7C-C60I-2는 지원하지 않음)
	Logic	Binning 엔진을 Logic으로 선택. Binning을 로직에 의해 디지털로 적용합니다.
BinningHorizontal Mode	Sum	Binning Horizontal 설정 값만큼 인접한 픽셀의 값을 더해서 하나의 픽셀 값으로 내보냅니다.
	Average	Binning Horizontal 설정 값만큼 인접한 픽셀의 값을 더하고 평균하여 하나의 픽셀 값으로 내보냅니다.
BinningHorizontal	×1, ×2	수평 방향으로 더할 픽셀 수
BinningVertica lMode	Sum	Binning Vertical 설정 값만큼 인접한 픽셀의 값을 더해서 하나의 픽셀 값으로 내보냅니다.
	Average	Binning Vertical 설정 값만큼 인접한 픽셀의 값을 더하고 평균하여 하나의 픽셀 값으로 내보냅니다.
BinningVertical	×1, ×2	수직 방향으로 더할 픽셀 수

표 9-7 XML Parameters related to Binning

예를 들어, 2 x 2 binning을 설정할 경우 dual integration 모드에서는 2 x 2 픽셀을 하나의 픽셀로 인식하기 때문에 밝기가 4배로 증가하며, 가로 해상도는 반으로 줄어들고 세로 해상도는 MTF가 저하됩니다. XML 파라미터 중 현재 출력 가능한 최대 해상도 값을 나타내는 Width, Offset X 파라미터는 binning 설정에 따라 자동으로 업데이트되고, Width 파라미터를 통해 현재 카메라의 해상도를 확인할 수 있습니다.

9.6.1 Sensor Binning(Monochrome Only)

Sensor Binning 모드를 설정하고 Sum을 선택하면, Horizontal Binning과 Vertical Binning을 함께 사용하여 감도를 4배까지 높일 수 있습니다. 이 2 x 2 Binning은 모노 카메라의 dual integration 모드를 사용할 경우에 지원하는 기능입니다.

XML Parameters	Value	설명	
ImageFormat Control	BinningSelector	Sensor	Binning 엔진을 Sensor로 선택. Binning을 센서에 의해 아날로그로 적용합니다.
	BinningHorizontal Mode	Sum	Binning Horizontal 설정 값만큼 인접한 픽셀의 값을 더해서 하나의 픽셀 값으로 내보냅니다.
		Average	N/A
	BinningHorizontal	×1, ×2	수평 방향으로 더할 픽셀 수
	BinningVertical Mode	Sum	Binning Vertical 설정 값만큼 인접한 픽셀의 값을 더해서 하나의 픽셀 값으로 내보냅니다.
		Average	N/A
BinningVertical	×1, ×2	수직 방향으로 더할 픽셀 수	

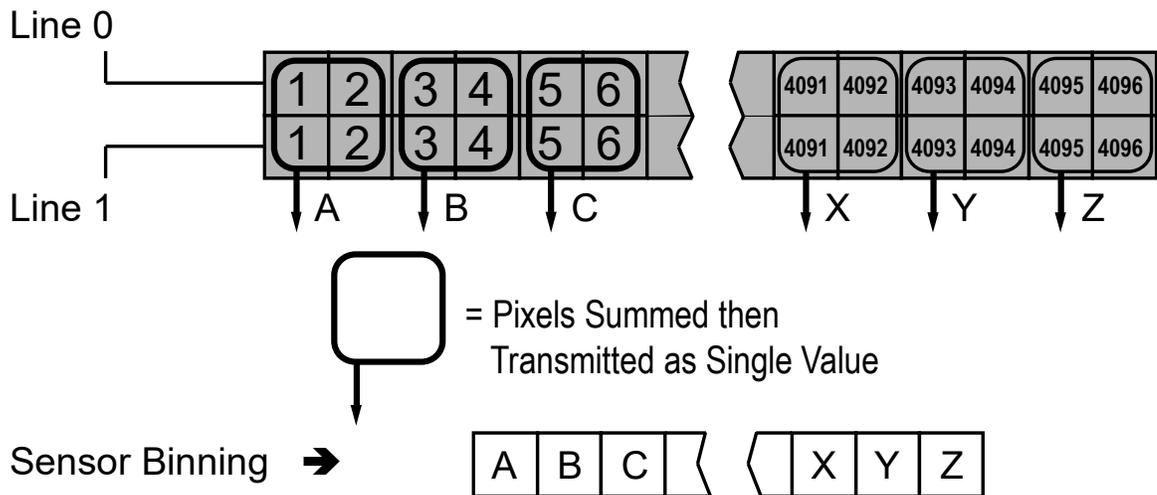


그림 9-4 Sensor Binning

9.6.2 Logic Binning

모노 카메라나 모노 모드의 경우, Logic Binning 모드를 설정하면 라인 영상 획득 트리거를 공급할 때마다 Line 1만 노출을 진행합니다. 노출을 완료하면 다음 그림과 같이 센서 라인에서 인접한 픽셀 값을 더합니다. 그런 다음 2로 나눠서 평균 값을 구하고, 이 값을 하나의 픽셀 값처럼 전송합니다. Horizontal Binning을 사용하면 대략 1.4배의 향상된 SNR(Signal to Noise Ratio)을 얻을 수 있습니다. 또한, Horizontal Binning 모드를 설정하면 센서의 해상도는 절반으로 되고, VL-4K7C-M200I-2의 경우 유효 해상도는 2048 픽셀이 됩니다.

컬러 카메라나 컬러 모드의 경우에는, Logic Binning 모드에서 sum으로 설정하면 감도를 약 2배 정도 높일 수 있습니다. 그리고 avg로 사용하면 대략 SNR 1.4배의 향상된 SNR을 얻을 수 있습니다.

XML Parameters	Value	설명
ImageFormat Control	BinningSelector	Logic Binning 엔진을 Logic으로 선택. Binning을 로직에 의해 디지털로 적용합니다.
	BinningHorizontalMode	Sum Average Binning Horizontal 설정 값만큼 인접한 픽셀의 값을 더해서 하나의 픽셀 값으로 내보냅니다. Binning Horizontal 설정 값만큼 인접한 픽셀의 값을 더하고 평균하여 하나의 픽셀 값으로 내보냅니다.
	BinningHorizontal	×1, ×2 수평 방향으로 더할 픽셀 수
	BinningVerticalMode	Sum N/A
		Average N/A
	BinningVertical	×1, ×2 N/A

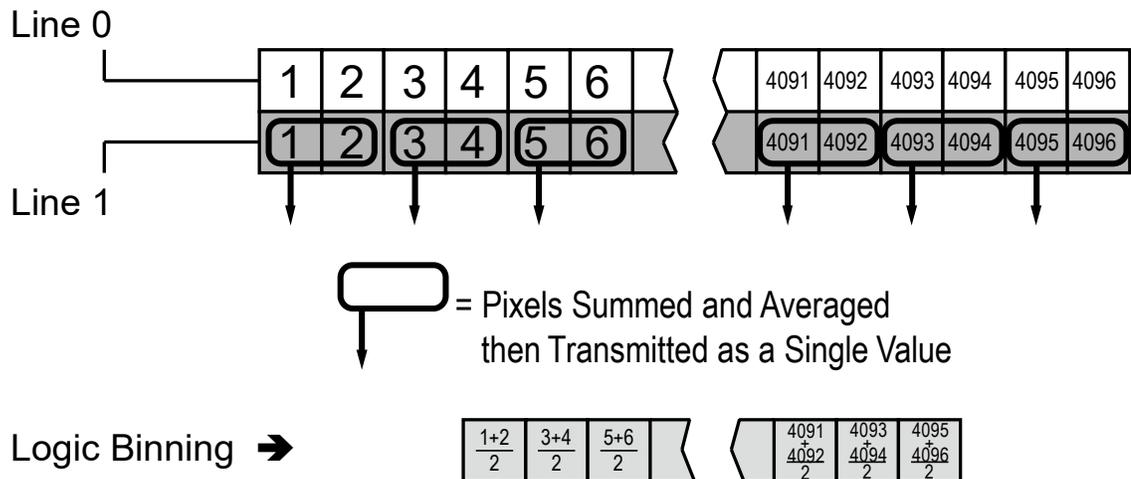


그림 9-5 모노 모드에서의 Logic Binning(Average)

9.7 Pixel Format

Pixel Format 파라미터를 사용하여 카메라에서 전송하는 영상 데이터의 pixel format(8 bit, 10 bit 또는 12 bit)을 결정할 수 있습니다.

Pixel Format 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameter	설명
ImageFormatControl	PixelFormat 지원 가능한 pixel format 설정

표 9-8 XML Parameter related to Pixel Format

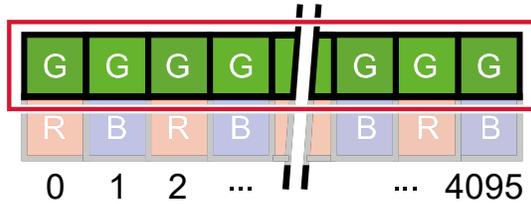
컬러 및 모노 카메라가 지원하는 Pixel Format은 다음과 같습니다.

VL-2K/4K7C-M200I-2	VL-4K7C-M120I-1	VL-2K/4K7C-C100I-2	VL-4K7C-C60I-2
Mono 8/10/12	Mono 8/10	Mono 8/10/12	Mono 8/10
		RGB 8/10/12	RGB 8/10
		BGR 8/10/12	BGR 8/10
		BiColor RGBG 8/10/12	BiColor RGBG 8/10

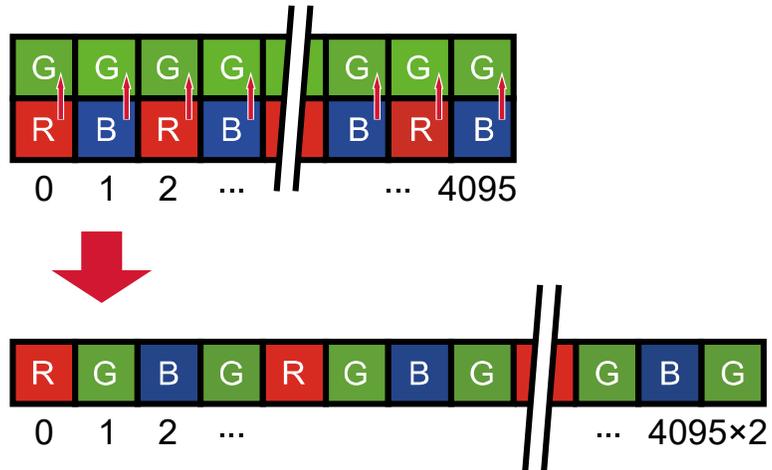
표 9-9 Pixel Format Values

VL-2K/4K 시리즈 컬러 카메라에서의 모드별 출력 특성은 다음과 같습니다.

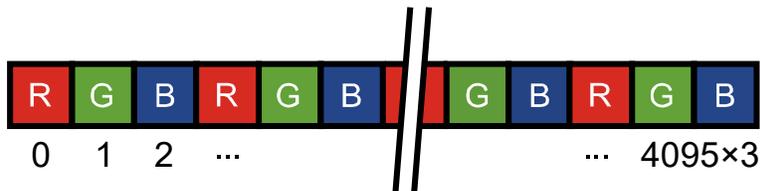
- Mono 8/10/12를 선택한 경우: Line 0 Green Pixel만 출력됩니다.



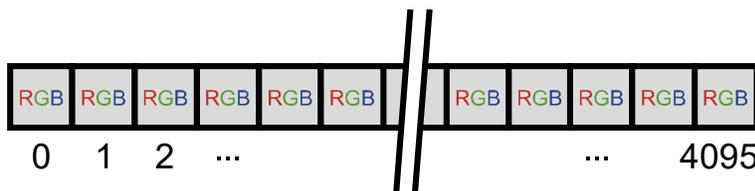
- BiRGB를 선택한 경우: RGBGRGBG... 순으로 출력이 됩니다. Width는 2배로 늘어나고, 설정 가능한 최대 Line Rate는 Mono로 설정했을 때에 비해 1/2로 줄어듭니다.



- RGB/BGR를 선택한 경우: 카메라 내부에서의 Bayer Interpolation을 거쳐 RGB/BGR로 출력됩니다. Width는 3배로 늘어나고 설정 가능한 최대 Line Rate는 Mono로 설정했을 때에 비해 1/3로 줄어듭니다. 그런데 카메라 3/6 TAP의 완전한 컬러 형식을 사용한다면, Mono의 경우에 비해 데이터 용량은 3배로 늘어나지만 Width는 1배로 동일하며, 설정 가능한 최대 Line Rate는 1/3로 줄어듭니다.



일반적인 경우



3/6 Tap의 경우

9.8 Device Tap Geometry

VL-2K7C-M200I-2, VL-4K7C-M200I-2, VL-4K7C-M120I-1 카메라는 2 Tap, 3 Tap, 4 Tap, 8 Tap 및 10 Tap Device Tap Geometry를 지원하고 VL-2K7C-C100I-2, VL-4K7C-C100I-2, VL-4K7C-C60I-2 카메라는 2 Tap, 3 Tap, 4 Tap, 6 Tap, 8 Tap 및 10 Tap Device Tap Geometry를 지원합니다. Tap 개수는 Camera Link Pixel Clock의 사이클당 출력되는 픽셀 데이터 수를 나타내며 이에 따라 카메라의 Line Rate가 달라집니다. Line 데이터는 아래 그림과 같이 Interleaved 방식으로 출력됩니다.

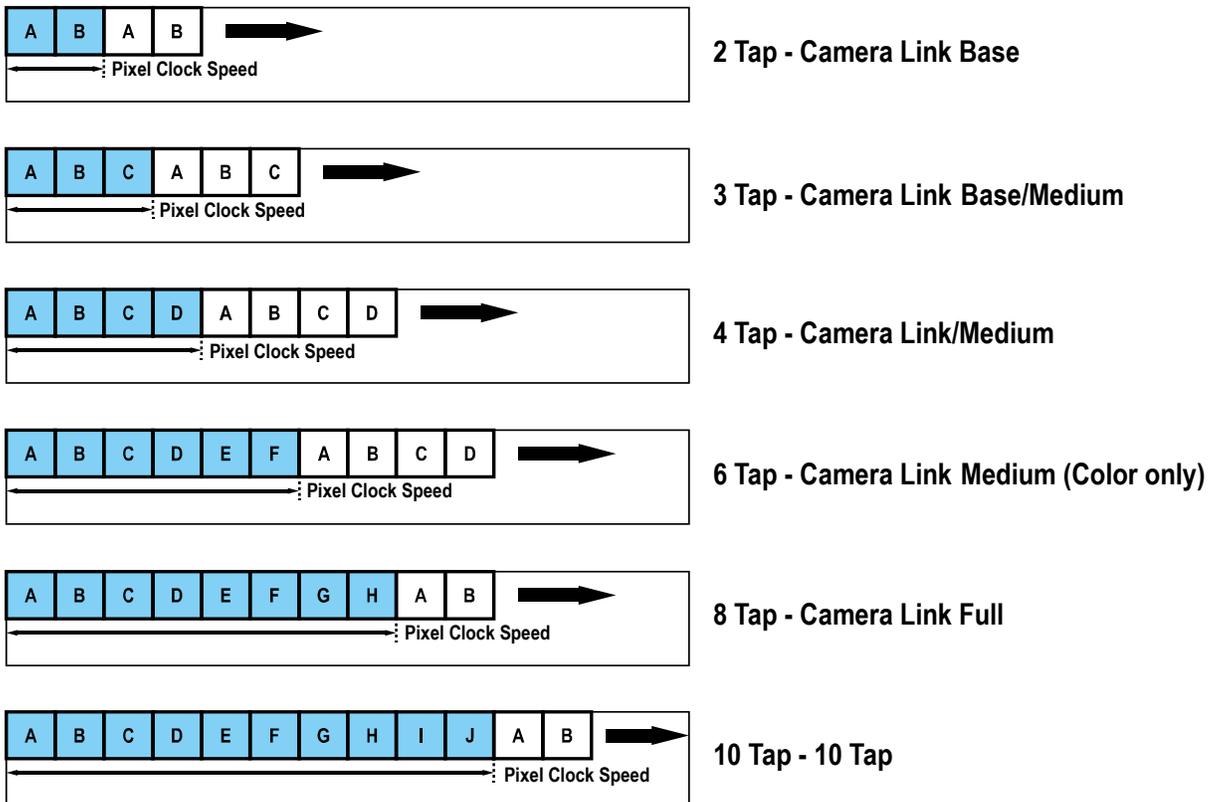


그림 9-6 Device Tap Geometry

Device Tap Geometry 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameter	Value	설명	
TransportLayer Control	DeviceTap Geometry	Geometry_1X2_1Y	Device Tap Geometry를 2 Tap으로 설정
		Geometry_1X3_1Y	Device Tap Geometry를 3 Tap으로 설정
		Geometry_1X4_1Y	Device Tap Geometry를 4 Tap으로 설정
		Geometry_1X6_1Y (Color Model Only)	Device Tap Geometry를 6 Tap으로 설정
		Geometry_1X8_1Y	Device Tap Geometry를 8 Tap으로 설정
		Geometry_1X10_1Y	Device Tap Geometry를 10 Tap으로 설정

표 9-10 XML Parameter related to Device Tap Geometry



Note:

Viewer에서 RGB 또는 BGR 형식의 완전한 컬러 영상을 출력하고자 할 경우 카메라와 프레임그래버의 Tap은 Camera Link 규격에 따라 아래와 같이 설정해야 합니다.

- 카메라 3 Tap 설정 시 Grabber 1 Tap으로 설정
- 카메라 6 Tap 설정 시 Grabber 2 Tap으로 설정



Caution!

Acquisition Start 명령을 실행한 후에는 Device Tap Geometry 파라미터를 변경할 수 없습니다. 그러므로 Acquisition Stop 명령을 실행한 후 Device Tap Geometry 파라미터를 변경하십시오.

9.9 Camera Link Clock

VL-2K/4K 시리즈 CL카메라는 Camera Link Pixel Clock 속도를 선택할 수 있는 기능을 제공합니다. Pixel Clock 속도는 카메라에서 사용자 컴퓨터의 프레임그래버로 Camera Link 인터페이스를 통해 전송되는 픽셀 데이터의 속도를 결정합니다. 카메라를 높은 Pixel Clock 속도로 설정하면 카메라에서 프레임그래버로 영상 데이터를 전송하는 속도가 빨라집니다. 먼저 사용하는 프레임그래버에서 지원하는 최대 Pixel Clock 속도를 확인하고, 카메라의 Pixel Clock 속도는 프레임그래버의 최대 속도를 초과하지 않는 값으로 설정하십시오.

Camera Link Clock 속도 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters	Value	설명
CameraLink CameraLinkClock	Clock0	Camera Link Clock 속도를 85 MHz로 설정 (VL-4K7C-M120I-1, VL-4K7C-C60I-2: 50 MHz)
	Clock1	Camera Link Clock 속도를 65 MHz로 설정
	Clock2	Camera Link Clock 속도를 45 MHz로 설정
CameraLinkClockFrequency	-	Camera Link Clock 속도를 MHz 단위로 표시

표 8-11 XML Parameters related to Camera Link Clock Speed

9.10 Data ROI (컬러 카메라)

컬러 카메라에서 제공하는 Auto White Balance 기능은 데이터 ROI(Region of Interest)의 픽셀 데이터를 사용하여 파라미터 값을 조절합니다.

데이터 ROI 설정을 위한 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters	Value	설명
DataRoiControl RoiSelector	WhiteBalanceAuto	White Balance Auto에 사용할 Data ROI 선택 컬러 카메라만 지원
	RoiOffsetX	- ROI 시작 지점의 X 좌표
	RoiWidth	- ROI 폭
	RoiHeight	- ROI 높이

표 9-12 XML Parameters related to Data ROI

이미지 ROI 및 데이터 ROI를 동시에 사용하는 경우에는 설정한 데이터 ROI와 이미지 ROI의 중첩되는 영역의 픽셀 데이터만 유효합니다. Height에 보정 데이터를 생성하기 위해 필요한 라인 수를 지정합니다. 그러면 지정된 라인 수만큼 카메라가 내부 버퍼에 이미지를 획득한 후 이를 이미지 보정에 사용합니다.

유효 영역은 아래 그림과 같이 결정됩니다.

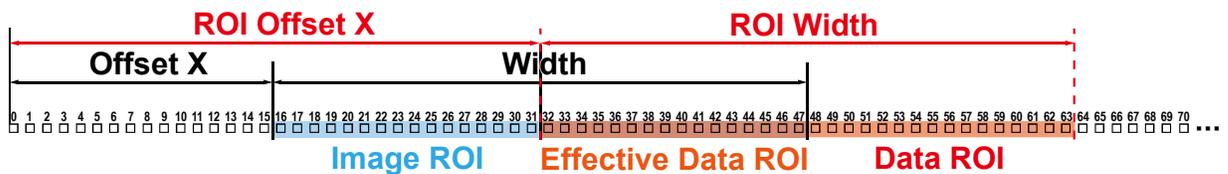


그림 9-7 유효 데이터 ROI

9.11 White Balance (컬러 카메라)

컬러 카메라에서는 영상 센서에서 획득한 영상의 컬러 밸런스를 조정할 수 있는 white balance 기능을 사용할 수 있습니다. VL-2K7C-C100I-2 및 VL-4K7C-C100I-2 카메라에서 제공하는 white balance 기능은 Red, Green 및 Blue의 강도(intensity)를 개별적으로 조정할 수 있습니다. Balance Ratio 파라미터를 사용하여 각 색상의 강도를 설정할 수 있습니다. 색상의 강도는 1.0부터 4.0까지 설정 가능합니다. Balance Ratio 파라미터를 1.0으로 설정한 경우 해당 색상의 강도는 white balance 메커니즘으로부터 영향을 받지 않습니다. Balance Ratio 파라미터를 1.0보다 큰 값으로 설정하면 해당 색상의 강도는 설정 값에 비례해서 증가합니다. 예를 들어, Balance Ratio 파라미터를 1.5로 설정하면 해당 색상의 강도는 50% 증가합니다.

White Balance 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters	Value	설명
AnalogControl BalanceRatioSelector	Red	Red 픽셀에 Balance Ratio 값 적용
	Green	Green 픽셀에 Balance Ratio 값 적용
	Blue	Blue 픽셀에 Balance Ratio 값 적용
BalanceRatio	1.0× ~ 4.0×	선택한 색상의 강도 설정

표 9-13 XML Parameters related to White Balance

9.11.1 Balance White Auto

컬러 카메라에서는 Balance White Auto 기능을 사용할 수 있습니다. GreyWorld 알고리즘에 따라 컬러 카메라에서 획득한 영상의 White Balance를 조절합니다. Balance White Auto 기능을 수행하기 전에 Data ROI를 설정해야 합니다. Data ROI를 설정하지 않으면 Balance White Auto 기능은 Image ROI 내의 픽셀 데이터를 사용하여 White Balance를 조절합니다. Balance White Auto 파라미터를 Once로 설정하면 Green을 기준으로 Red 및 Blue의 강도를 상대적인 값으로 조절하여 White Balance를 맞춥니다.

Balance White Auto 관련 XML Parameter는 다음과 같습니다.

XML Parameter	Value	설명
AnalogControl BalanceWhiteAuto	Off	Balance White Auto 기능 해제
	Once	White Balance 조정 1회 수행 후 Off

표 9-14 XML Parameter related to Balance White Auto

9.12 Gain 및 Black Level

Gain 파라미터 값이 증가하면 영상의 모든 픽셀 값을 증가시킬 수 있습니다. 이로 인해 센서에서 출력하는 값보다 높은 Grey 값을 카메라에서 출력할 수 있습니다.

1. Gain Selector 파라미터를 사용하여 원하는 Gain Control(Analog All 또는 Digital All)을 선택합니다.
2. Gain 파라미터를 원하는 값으로 설정합니다.

Black Level 파라미터를 조절하여 카메라에서 출력하는 픽셀 값에 설정 값만큼 offset을 추가할 수 있습니다.

1. Black Level Selector 파라미터를 사용하여 원하는 Black Level Control(Digital All)을 선택합니다.
2. Black Level 파라미터를 원하는 값으로 설정합니다. Pixel Format 파라미터 설정 값에 따라서 설정 값 범위가 달라집니다.

Gain 및 Black Level 설정 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters		Value	설명
Analog Control	GainSelector	Analog All	모든 아날로그 채널에 Gain 값 적용
		Digital All	모든 디지털 채널에 Gain 값 적용
	Gain	1.25x ~ 4x	아날로그 Gain 값 설정(1.25x, 1.75x, 2x, 3x, 4x)
		1.0x ~ 32.0x	디지털 Gain 값 설정
	BlackLevelSelector	Digital All	모든 디지털 채널에 Black Level 값 적용
	BlackLevel	-4096 ~ 4095	Black Level 값 설정(12 bit 기준 설정 값)
		-265 ~ 255	Black Level 값 설정(10 bit 기준 설정 값, VL-4K7C-M120I-1, VL-4K7C-C60I-2의 경우)

표 9-15 XML Parameters related to Gain and Black Level

9.13 Optical Black Clamp

Optical Black Clamp 기능을 사용하면 센서 온도 변화로 인한 픽셀값 변화를 보정할 수 있습니다. 해당 기능을 사용하면 VL-2K/4K 시리즈 카메라는 실시간으로 온도 변화에 따른 Offset을 제거하여 온도에 의한 픽셀 레벨 변화를 최소화합니다.

Optical Black Clamp 설정 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters	Value	설명
AnalogControl OpticalBlackClamp	Off	Optical Black Clamp 기능 해제
	On	Optical Black Clamp 기능 사용

표 9-16 XML Parameters related to Optical Black Clamp

9.14 Dark Signal Non-uniformity Correction

이론적으로 완전히 어두운 환경에서 디지털 카메라로 영상을 획득하면 영상의 모든 픽셀 값은 거의 '0(zero)'이거나 모두 같아야 합니다. 하지만 센서 내의 각 픽셀은 빛에 반응하는 정도가 다를 수 있기 때문에 실제로 어두운 환경에서 영상을 획득하면 카메라에서 출력되는 각 픽셀 값은 다를 수 있습니다. 이러한 차이를 DSNU(Dark Signal Non-Uniformity)라고 하고, VL-2K/4K 시리즈 카메라는 이러한 DSNU를 보정할 수 있는 기능을 제공합니다.

DSNU 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters	Value	설명
DSNU	DSNUGenerate	- DSNU 데이터 생성
	DSNUSave	- 생성한 DSNU 데이터를 비휘발성 메모리에 저장합니다. DSNUGenerate로 생성한 데이터는 휘발성 메모리에 저장되기 때문에 카메라의 전원을 껐다 켜 후 해당 데이터를 사용하려면 비휘발성 메모리에 저장해야 합니다.
	DSNULoad	- 비휘발성 메모리에 저장되어 있는 DSNU 데이터를 휘발성 메모리로 불러옵니다.

표 9-17 XML Parameters related to DSNU

9.14.1 사용자 DSNU 보정 값 생성 및 저장

사용자가 실제 사용 환경에 맞게 DSNU 보정 값을 생성하고 저장하려면, 아래 절차를 따릅니다.

**Note:**

최적화된 DSNU 데이터를 생성하려면, 카메라의 전원을 켜 후 카메라의 하우징 온도가 안정화된 이후에 DSNU 데이터를 생성하십시오.

1. 카메라에서 DSNU 보정 값을 생성할 때에는 전체 센서를 사용합니다. DSNU 보정 값은 현재 설정한 OffsetX 값과 Width 영역을 참조하므로, 이 두 가지 값을 올바르게 설정했는지 확인하십시오.
2. 카메라 렌즈를 덮거나 렌즈의 조리개를 닫고, 암실 등과 같은 완전히 어두운 환경에서 라인 영상을 획득하도록 합니다.
3. 카메라를 Free-Run 모드로 설정하거나 외부 트리거 신호를 적절히 공급하여 라인 영상 획득을 시작합니다.
4. DSNU 보정 값을 생성합니다.
5. DSNU Generate 명령을 실행하는 경우
 - a. 현재 Analog Gain 설정 값에 따른 DSNU 데이터를 생성합니다. 이 경우 카메라는 최소 1024번의 라인 영상을 획득해야 합니다.
 - b. 라인 영상 획득을 완료하면, 생성한 DSNU 보정 값은 활성화되고, 카메라의 휘발성 메모리에 저장됩니다.
 - c. 생성한 DSNU 보정 값을 카메라의 Flash(비휘발성) 메모리에 저장하려면 DSNU Save 명령을 실행합니다. 이 경우 메모리에 저장된 현재 Analog Gain 설정 값에 따른 기존 DSNU 값을 덮어쓰게 됩니다.
6. Analog Gain 설정 값을 변경하거나 비휘발성 메모리에 있는 기존 값을 불러오려면 DSNU Load 명령을 실행합니다.

9.15 Photo Response Non-uniformity Correction

이론적으로 밝은 환경에서 라인 스캔 카메라로 균일하게 밝은 대상을 영상으로 획득하면 영상의 모든 픽셀 값은 거의 최대 grey 값이거나 모두 같아야 합니다. 하지만 센서 내 각 픽셀의 작은 성능 차이, 렌즈 및 조명의 변화 등으로 인해 카메라에서 출력되는 각 픽셀 값은 다를 수 있습니다. 이러한 차이를 PRNU(Photo Response Non-uniformity)라고 하고, VL-2K/4K 시리즈 카메라는 이러한 PRNU를 보정할 수 있는 기능 및 8개의 PRNU 저장 공간을 제공합니다.

PRNU 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters	Value	설명
PRNU PRNUMode	Off	PRNU Correction 기능 해제
	On	PRNU Correction 기능 설정
PRNU Selector	0 ~ 7	PRNU 데이터를 저장 또는 불러올 영역 설정
TargetLevelAUTO	-	선택하면 PRNU Target Level을 자동으로 지정
PRNUTargetLevel	0 ~ 255	PRNU Target Level 설정(@ 8 bit Pixel Format)
PRNU Generate	-	PRNU 데이터 생성
PRNUSave	-	생성한 PRNU 데이터를 비휘발성 메모리에 저장합니다. PRNUGenerate로 생성한 데이터는 휘발성 메모리에 저장되기 때문에 카메라의 전원을 껐다 켜 후 해당 데이터를 사용하려면 비휘발성 메모리에 저장해야 합니다.
PRNULoad	-	비휘발성 메모리에 저장되어 있는 PRNU 데이터를 휘발성 메모리로 불러옵니다.

표 9-18 XML Parameters related to PRNU

9.15.1 사용자 PRNU 보정 값 생성 및 저장

사용자가 실제 사용 환경에 맞게 PRNU 보정 값을 생성하고 저장하려면, 아래 절차를 따릅니다.



Note:

- 렌즈 및 조명을 교체하거나 카메라의 line rate를 변경하는 경우 PRNU 보정 값을 새로 생성하는 것이 좋습니다.
- 최적화된 PRNU 데이터를 생성하려면, DSNU 보정 값을 먼저 생성한 다음 PRNU 보정 값을 생성하십시오.

1. 카메라에서 PRNU 보정 값을 생성할 때에는 전체 센서를 사용합니다. PRNU 보정 값은 현재 설정한 OffsetX 값과 Width 영역을 참조하므로, 이 두 가지 값을 올바르게 설정했는지 확인하십시오.
2. 흰색 균일한 대상을 카메라의 관측 시야 내에 놓습니다. 실제 사용 환경에 맞게 렌즈, 조명, line rate 등을 조절합니다. 이때, 영상의 디지털 출력 레벨이 100 - 200(Gain: 1.00 at 8 bit) 사이의 값이 되도록 하는 것이 좋습니다.
3. 카메라를 Free-Run 모드로 설정하거나 외부 트리거 신호를 적절히 공급하여 라인 영상 획득을 시작합니다.
4. Target Level을 지정합니다.

Target Level을 자동으로 지정하려면 Target Level AUTO 선택 상자를 선택합니다.
Target Level을 수동으로 지정하려면 Target Level AUTO 선택 상자를 선택 해제하고 0 - 255 사이에서 원하는 값을 입력합니다.
5. PRNU Generate 명령을 실행하여 PRNU 보정 값을 생성합니다.
6. PRNU 보정 값을 생성하려면 최소 1024번의 라인 영상을 획득해야 합니다.
7. 라인 영상 획득을 완료하면, 생성한 PRNU 보정 값은 활성화되고 카메라의 휘발성 메모리에 저장됩니다.
8. 생성한 PRNU 보정 값을 카메라의 플래시(비휘발성) 메모리에 저장하려면 PRNU Selector 파라미터를 사용하여 저장 위치를 선택하고, PRNU Save 명령을 실행합니다. 메모리 내의 기

존 값은 덮어쓰게 됩니다.

생성한 PRNU 보정 값을 무시하고 플래시 메모리에 있는 기존 값을 불러오려면 PRNU Selector 파라미터를 사용하여 불러올 위치를 선택하고, PRNU Load 명령을 실행합니다.

9.16 FPN Coefficients Control

고정 패턴 노이즈(FPN, Fixed Pattern Noise)가 발생할 때 이 제품에서 제공하는 FPN 보정 기능을 사용하면 해당 이미지를 후보정할 수 있습니다. 이 카메라는 DSNU 보정 값에 추가로 더할 Black Level 값이나, PRNU 보정값에 곱할 Gain 값을 지정해서 FPN이 있는 이미지를 후보정할 수 있는 기능을 제공합니다.

고정 패턴 노이즈를 보정하는 기능과 관련한 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters		Value	설명
FPN Coefficients Control	DSNUCoefficient	-	현재의 DSNU 보정값에 더할 Black Level 값을 설정
	DSNUCoefficientApply		위 항목에서 지정한 수치를 DSNU 보정값에 적용
	PRNUCoefficient	-	현재의 PRNU 보정값에 곱할 Gain 값을 설정
	PRNUCoefficientApply	-	위 항목에서 지정한 수치를 PRNU 보정값에 적용

표 9-19 XML Parameters related to PRNU

9.17 Digital I/O Control

카메라의 컨트롤 입/출력 단자는 다양한 모드로 사용할 수 있습니다.

Digital I/O Control 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters	Value	설명	
DigitalIOControl	LineSelector	Line0	카메라의 컨트롤 입/출력 단자 1번 핀을 입력으로 선택합니다.
		Line1	카메라의 컨트롤 입/출력 단자 4번 핀을 출력으로 선택합니다.
		Output	선택한 입/출력 단자(4)의 Line Mode를 출력으로 설정합니다.
LineInverter	FALSE	Line 출력 신호 반전되지 않음	
	TRUE	Line 출력 신호 반전	
LineSource	Off	Line 출력 해제	
	High	High 출력	
	FrameActive	한 프레임의 readout 구간을 펄스로 출력	
	LineActive	현재 Line 시간을 펄스로 출력	
	ExposureActive	현재 노출 시간을 펄스로 출력	
	UserOutput0	UserOutputValue 설정 값에 의해 펄스 출력	
	Timer0Active	사용자 설정 Timer 출력 신호를 펄스로 출력	
UserOutput Value	FALSE	Bit를 Low로 설정	
	TRUE	Bit를 High로 설정	

표 9-20 XML Parameters related to Digital I/O Control

Line Source를 UserOutput0으로 설정하면 사용자 설정 값을 출력 신호로 사용할 수 있습니다.

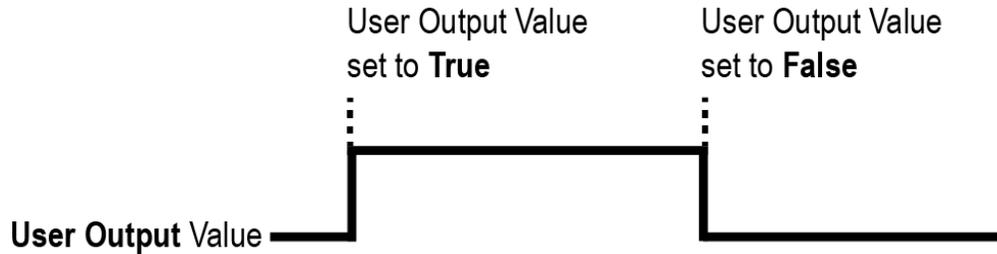


그림 9-8 User Output

카메라는 Exposure Active 출력 신호를 제공합니다. Exposure Active 신호는 다음 그림과 같이 노출 시간이 시작되면 상승하고 노출 시간이 종료되면 하강합니다. 이 신호는 플래시의 트리거로 사용할 수도 있고, 특히 카메라 또는 촬영 대상이 움직이는 환경에서 매우 유용합니다. 일반적으로 카메라는 노출 과정을 진행하는 동안 움직이면 안 됩니다. Exposure Active 신호를 관찰하여 노출이 언제 진행되는지, 카메라가 언제 움직이면 안 되는지 확인할 수 있습니다.

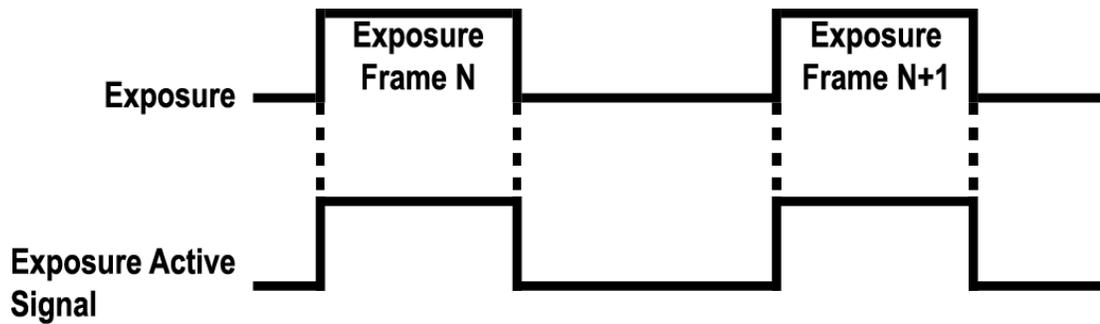


그림 9-9 Exposure Active Signal

9.18 Debounce

VL-2K/4K 시리즈 카메라의 Debounce 기능을 사용하면 유효한 입력 신호와 무효한 입력 신호를 구분하여 유효한 입력 신호만 카메라에 공급할 수 있습니다. Debounce Time을 설정하여 유효한 입력 신호로 판단할 입력 신호의 최소 High 또는 Low 유지 시간을 지정할 수 있습니다. 이때, 유효한 입력 신호가 카메라에 공급된 시점과 적용된 시점 사이에는 Debounce Time만큼의 지연 시간이 발생합니다.

Debounce Time을 설정하면 다음 그림과 같이 설정 값보다 작은 High 및 Low 신호는 무효한 신호로 판단하여 무시됩니다.

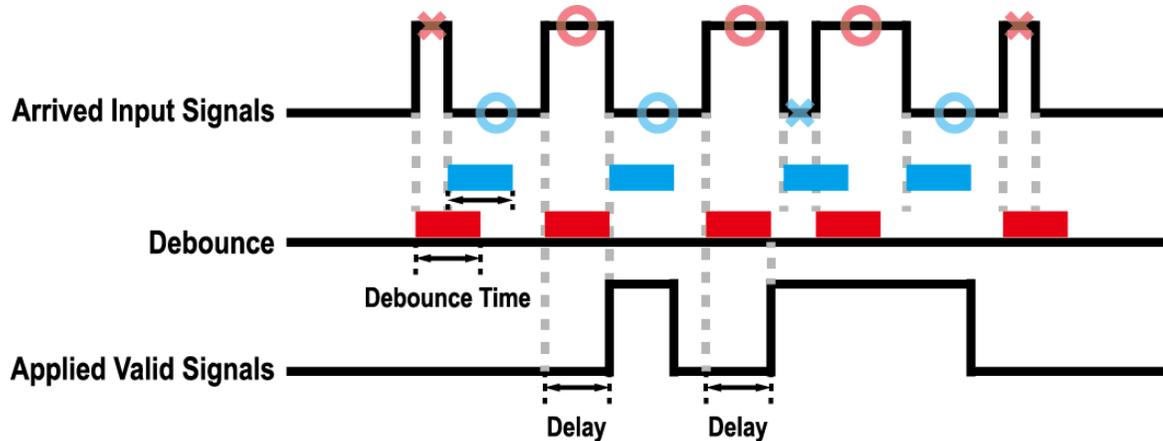


그림 9-10 Debounce

9.19 Temperature Monitor

카메라에는 내부 온도를 모니터하기 위한 센서 칩이 내장되어 있어서 실시간으로 온도를 확인할 수 있습니다.

카메라 내부 온도 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters	Value	설명
DeviceControl DeviceTemperatureSelect or DeviceTemperature	Mainboard -	온도 측정 위치를 메인 보드로 설정 섭씨 단위로 온도 표시

표 9-21 XML Parameters related to Device Temperature

9.20 Status LED

카메라 후면에는 카메라의 작동 상태를 알려주기 위한 LED가 있습니다.

LED의 상태와 그에 해당하는 카메라 상태는 다음과 같습니다.

Status LED	설명
Steady Red	카메라 초기화 안 됨
Fast Flashing Green	영상 데이터 전송 중임

표 9-22 Status LED

9.21 Test Pattern

카메라의 정상적인 작동 여부를 확인하기 위해 영상 센서로부터 나오는 영상 데이터 대신 내부에서 생성한 테스트 패턴을 출력하도록 설정할 수 있습니다. 테스트 패턴은 모두 네 가지가 있으며, 각각 가로 방향으로 값이 다른 이미지(Grey Horizontal Ramp), 대각 방향으로 값이 다른 이미지(Grey Diagonal Ramp), 대각 방향으로 값이 다르고 움직이는 이미지(Grey Diagonal Ramp Moving), 그리고 센서에서 출력하는 가로 방향으로 값이 다른 이미지(Sensor Specific)입니다.

테스트 패턴 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameter		Value	설명
ImageFormatControl	TestPattern	Off	Test Pattern 기능 해제
		GreyHorizontalRamp	Grey Horizontal Ramp로 설정
		GreyDiagonalRamp	Grey Diagonal Ramp로 설정
		GreyDiagonalRampMoving	Grey Diagonal Ramp Moving으로 설정
		SensorSpecific	센서에서 제공하는 테스트 패턴으로 설정

표 9-23 XML Parameter related to Test Pattern



그림 9-11 Grey Horizontal Ramp

9.22 Reverse X

영상의 가운데 중심 축을 기준으로 영상의 좌우를 뒤집는 기능입니다. 이 기능은 Test Image 모드를 제외한 카메라의 모든 작동 모드에서 적용 가능합니다.

XML Parameter		Value	설명
ImageFormatControl	ReverseX	FALSE	Reverse X 기능 해제
		TRUE	영상의 좌우를 뒤집습니다.

표 9-24 XML Parameter related to Reverse X



그림 9-12 원본 영상



그림 9-13 Reverse X된 영상

9.23 Counter Control

VL-2K/4K 시리즈 카메라에서 제공하는 Counter 기능을 통해서 카메라의 특정 이벤트 개수를 셀 수 있습니다. 예를 들어, 외부에서 카메라에 공급된 트리거 신호의 수를 확인할 수 있습니다.

Counter Control 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters	Value	설명	
CounterAnd TimerControl	CounterSelector	Counter0	설정할 Counter를 선택합니다.
	CounterEvent Source	Off	Counter를 멈춥니다.
FrameActive		FrameActive 신호의 수를 셉니다.	
LineActive		Line Active 신호의 수를 셉니다.	
Exposure Active		Exposure Active 신호의 수를 셉니다.	
CC1		CC1 신호의 수를 셉니다.	
Line0		외부 트리거 신호의 수를 셉니다.	
CounterEvent Activation	RisingEdge	선택한 Event Source 신호의 상승 에지를 셉니다.	
	FallingEdge	선택한 Event Source 신호의 하강 에지를 셉니다.	
CounterReset Source	Off	Counter Reset 트리거를 해제합니다.	
	Frame Active	Frame Active 신호를 Reset Source로 사용	
	Exposure Active	Exposure Active 신호를 Reset Source로 사용	
	Acquisition Active	Acquisition Active 신호를 Reset Source로 사용	
	Line0	Line0 신호를 Reset Source로 사용	
CounterReset Activation	RisingEdge	선택한 Reset Source 신호의 상승 에지에서 Counter를 Reset	
	FallingEdge	선택한 Reset Source 신호의 하강 에지에서 Counter를 Reset	
	AnyEdge	선택한 Reset Source 신호의 상승 에지 또는 하강 에지에서 Counter를 Reset	
	LevelHigh	선택한 Reset Source 신호 레벨이 High이면 Counter를 Reset	
	LevelLow	선택한 Reset Source 신호 레벨이 Low이면 Counter를 Reset	
CounterReset	-	선택한 Counter를 초기화하고 다시 시작	
CounterValue	-	선택한 Counter의 현재 값 표시	
CounterValue AtReset	-	Counter Reset 명령을 실행했을 때 Counter의 값 표시	
CounterDuration	1 -	Counter를 종료할 때까지 셀 이벤트 수를 설정	
CounterStatus	-	Counter의 현재 상태 표시	

XML Parameters	Value	설명	
CounterAnd TimerControl	CounterTrigger	Off	Counter Trigger Source 기능을 사용하지 않음
	Source	ExposureActive	Exposure Active 신호를 Counter의 Trigger Source로 사용
		Frame Active	Frame Active 신호를 Counter의 Trigger Source로 사용
		CC1	CC1 신호를 Counter의 Trigger Source로 사용
		Line0	Line0신호를 Counter의 Trigger Source로 사용
		CounterTrigger Activation	RisingEdge
	FallingEdge		선택한 Counter Trigger Source 신호의 하강 에지에서 Counter 시작
	AnyEdge		선택한 Counter Trigger Source 신호의 상승 에지 또는 하강 에지에서 Counter 시작
	LevelHigh		선택한 Counter Trigger Source 신호 레벨이 High이면 Counter 시작
	LevelLow		선택한 Counter Trigger Source 신호 레벨이 Low이면 Counter 시작

표 9-25 XML Parameters related to Counter Control

9.24 Timer Control

Line Selector를 Line1으로 설정하고 Line Source를 Timer(Timer0Active)로 설정하면 카메라는 Timer를 사용하여 출력 신호를 내보낼 수 있습니다. VL-2K/4K 시리즈 카메라는 Exposure Active, Frame Active, CC1 또는 외부 트리거 입력 신호를 Timer의 소스 신호로 사용할 수 있습니다.

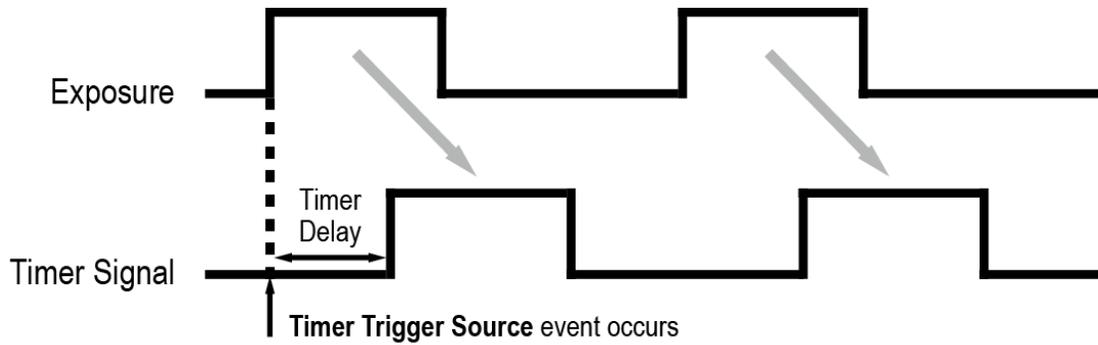
Timer Control 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters	Value	설명	
CounterAnd TimerControl	TimerSelector TimerDuration TimerDelay TimerReset TimerTrigger Source TimerTrigger Activation	Timer0 1 ~ 60,000,000 μ s 0 ~ 60,000,000 μ s - Off ExposureActive FrameActive CC1 Line0 RisingEdge FallingEdge AnyEdge LevelHigh LevelLow	설정할 Timer를 선택합니다. Timer Trigger Activation을 Rising/Falling Edge로 설정한 경우 Timer 출력 신호의 주기를 지정 Timer 출력 신호를 출력하기 전에 적용할 지연 시간 지정 Timer를 초기화하고 다시 시작 Timer 출력 신호 해제 현재 노출 시간을 Timer 출력 신호의 소스 신호로 사용 한 프레임의 readout 구간을 Timer 출력 신호의 소스 신호로 사용 CC1 신호를 Timer 출력 신호의 소스 신호로 사용 외부 트리거 신호를 Timer 출력 신호의 소스 신호로 사용 선택한 트리거 신호의 상승 에지를 Timer 출력 신호 트리거로 작동하도록 지정 선택한 트리거 신호의 하강 에지를 Timer 출력 신호 트리거로 작동하도록 지정 선택한 트리거 신호의 상승 에지 또는 하강 에지를 Timer 출력 신호 트리거로 작동하도록 지정 선택한 트리거 신호가 High 구간일 때 Timer 출력 신호가 유효하도록 지정 선택한 트리거 신호가 Low 구간일 때 Timer 출력 신호가 유효하도록 지정

표 9-26 XML Parameters related to Timer Control

예를 들어, Timer Trigger Source를 Exposure Active로 설정하고, Timer Trigger Activation을 Level High로 설정한 경우에는 다음과 같이 Timer가 작동합니다.

1. Timer Trigger Source 파라미터로 설정한 소스 신호가 공급되면 Timer는 작동을 시작합니다.
2. Timer Delay 파라미터로 설정한 지연 시간이 시작된 후 만료됩니다.
3. 지연 시간이 만료되면 소스 신호의 High 구간만큼 Timer 신호가 상승합니다.



* Timer Trigger Activation is set to Level High.

그림 9-14 Timer Signal

9.25 Device User ID

카메라에 사용자 정의 정보를 16 byte까지 입력할 수 있습니다.

Device User ID 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameter	설명
DeviceControl DeviceUserID	사용자 정의 정보 입력(16byte)

표 9-27 XML Parameter related to Device User ID

9.26 Device Reset

카메라를 물리적으로 Reset하여 전원을 껐다 켭니다.

Device Reset 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameter		설명
DeviceControl	Device Reset	물리적 Reset 수행

표 9-28 XML Parameter related to Device Reset

9.27 Field Upgrade

카메라는 필드에서 카메라를 분해하지 않고 Camera Link 인터페이스를 통해 펌웨어와 FPGA 로직을 업그레이드하는 기능을 제공합니다. 자세한 변경 방법은 Appendix A를 참조하십시오.

9.28 User Set Control

사용자는 카메라 설정을 카메라 내부의 플래시 영역에 저장하거나 다시 불러올 수 있습니다. 저장 영역은 두 개를 지원하고 Load 영역은 세 개를 지원합니다.

User Set Control 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters		Value	설명
UserSetControl	UserSetSelector	Default	카메라 설정을 Factory Default Settings로 선택
		UserSet1	카메라 설정을 UserSet1로 선택
		UserSet2	카메라 설정을 UserSet2로 선택
	UserSetLoad	-	User Set Selector에서 선택한 사용자 설정을 카메라에 Load
	UserSetSave	-	User Set Selector에서 선택한 영역에 현재의 카메라 설정을 저장 단, Default 영역은 Factory Default Settings 영역으로 Load만 가능합니다.
UserSetDefault		Default	카메라 Reset 시 Factory Default Settings 적용
		User Set 1	카메라 Reset 시 UserSet1 적용
		User Set 2	카메라 Reset 시 UserSet2 적용

표 9-29 XML Parameters related to User Set Control

Default 영역에 저장된 카메라 설정 값은 카메라의 작업 영역으로 불러올 수는 있지만 설정 값을 변경할 수는 없습니다. 카메라의 전원을 껐다 켜거나 카메라를 reset하면 카메라의 작업 영역에서 설정한 값은 없어집니다. 작업 영역의 현재 설정 값을 reset한 후에도 사용하려면 설정 값을 사용자 영역 중 하나에 저장해야 합니다.

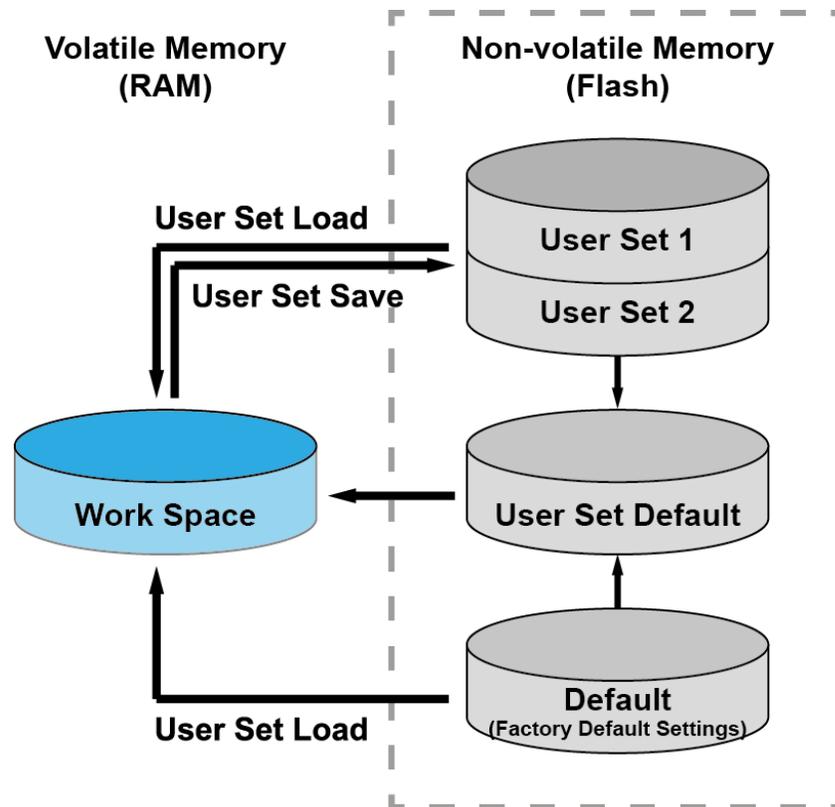


그림 9-15 User Set Control

Chapter 10. Camera Configuration

10.1 시리얼 통신

카메라의 모든 설정은 Camera Link의 RS-644 시리얼 통신을 통해 이루어집니다. 터미널을 이용하거나 사용자 애플리케이션에서 직접 제어하고자 할 경우 다음과 같은 통신 설정으로 제어할 수 있습니다.

- Baud Rate: 115200 bps
- Data Bit: 8 bit
- Parity Bit: No parity
- Stop Bit: 1 stop bit
- Flow Control: None

10.2 파라미터 실제 적용 시간

사용자가 파라미터를 설정하면 해당 파라미터가 실제 적용되는 시간은 파라미터의 종류 및 카메라의 작동 상태에 따라서 다릅니다. Exposure Time 파라미터를 제외한 모든 파라미터는 아래 그림과 같이 readout을 시작하기 전 REQ_Frame 신호가 상승할 때 적용되어 카메라 설정을 변경합니다. Exposure Time 파라미터를 설정하면 노출을 시작할 때 노출 시간 설정이 변경되어 적용됩니다.

Trigger Mode 파라미터를 On으로 설정하고 카메라를 작동할 경우에는 트리거 신호를 공급하기 전에 파라미터를 설정하여 영상 출력과 해당 파라미터의 동기화를 유지해야 합니다.

현재 카메라의 작동 상태를 확인하기 어려운 Free-Run 모드에서는 파라미터를 변경하더라도 변경된 파라미터가 적용되지 않은 영상을 최대 2 Line까지 획득할 수도 있습니다.

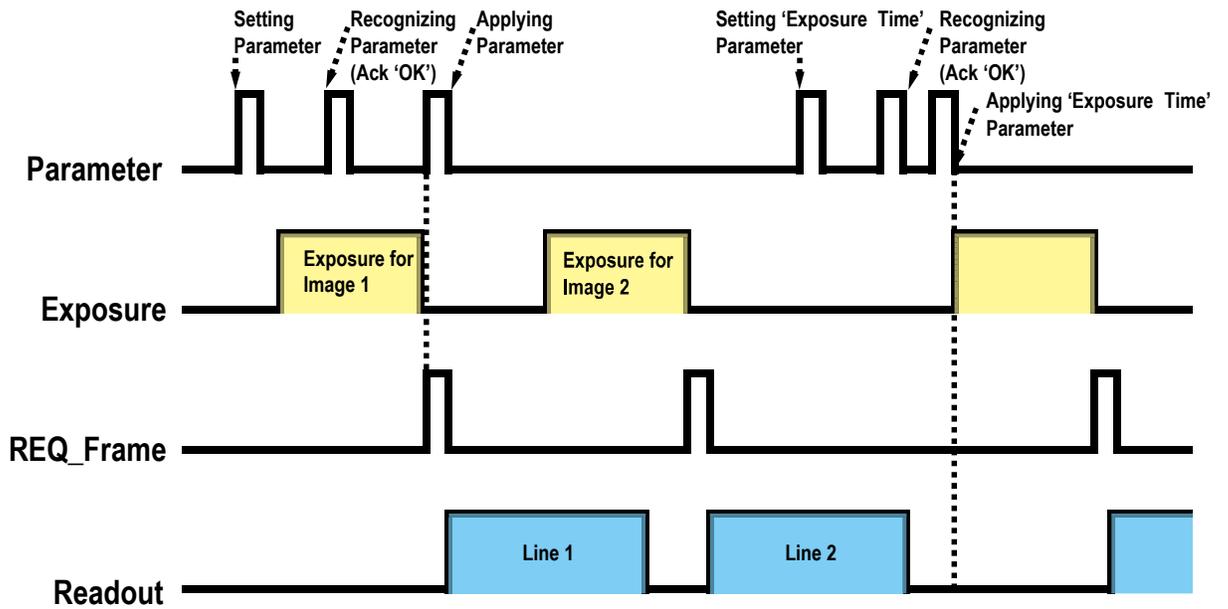


그림 10-1 파라미터 실제 적용 시간

10.3 컨피규레이터(Configurator)

컨피규레이터는 뷰웍스 Camera Link 카메라를 컨트롤하기 위해 제공되는 샘플 애플리케이션입니다. 사용자는 컨피규레이터를 통해 편리하게 카메라 파라미터를 변경하거나 카메라를 제어할 수 있습니다.

10.3.1 컨피규레이터 시작하기

사용자 컴퓨터에 카메라를 연결(Chapter 5 카메라 연결 방법 참조)한 후 다음 절차에 따라서 컨피규레이터를 실행할 수 있습니다.

1. 카메라의 전원을 켜 후 Configurator.exe 파일을 실행하면 Camera Scan 창이 표시됩니다.
2. 이때 컨피규레이터가 카메라 연결 여부를 확인하고 연결된 카메라가 있으면 모델명을 화면에 표시합니다.
3. 화면에 표시된 모델명을 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭한 다음 Add to List 메뉴를 클릭합니다.

XML 기반 컨트롤을 지원하는 뷰웍스 Camera Link 카메라를 목록에 추가하면 새로운 버전의 컨피규레이터로 카메라를 설정할 수 있습니다.

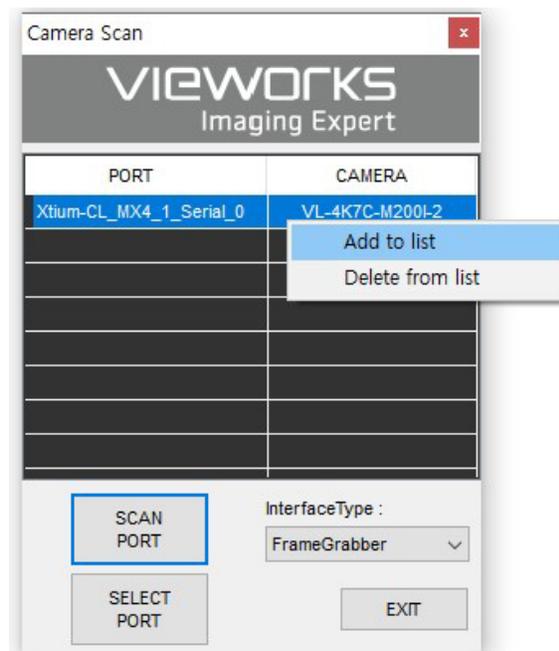


그림 10-2 Add to list in the Camera Scan window

4. 화면에 표시된 모델명을 더블 클릭하면 DeviceProperty 창과 Configurator Plus 창이 나타납니다.

DeviceProperty 창에는 카메라 파라미터를 설정할 수 있는 컨트롤이 표시됩니다.

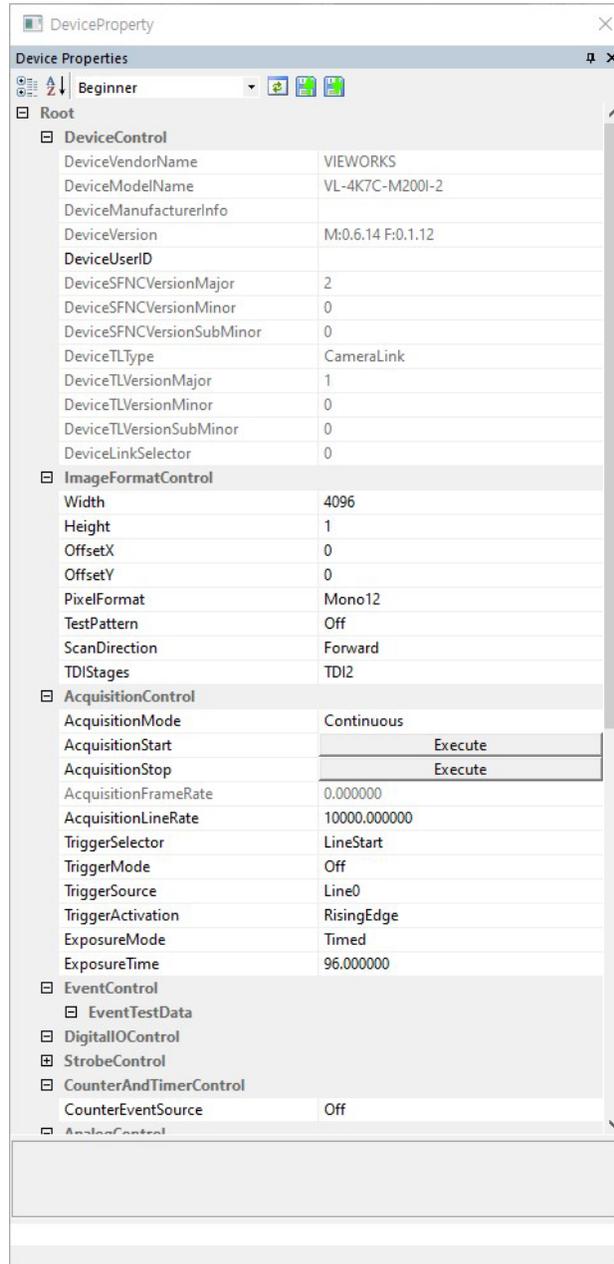


그림 10-3 Device Property

Configurator Plus 창에서는 Device Property 및 Device Maintenance 창을 표시할 수 있습니다. Device Maintenance 창에서는 Defective Pixel Map을 다운로드하거나 카메라의 MCU, FPGA 및 XML 파일을 업그레이드할 수 있습니다.

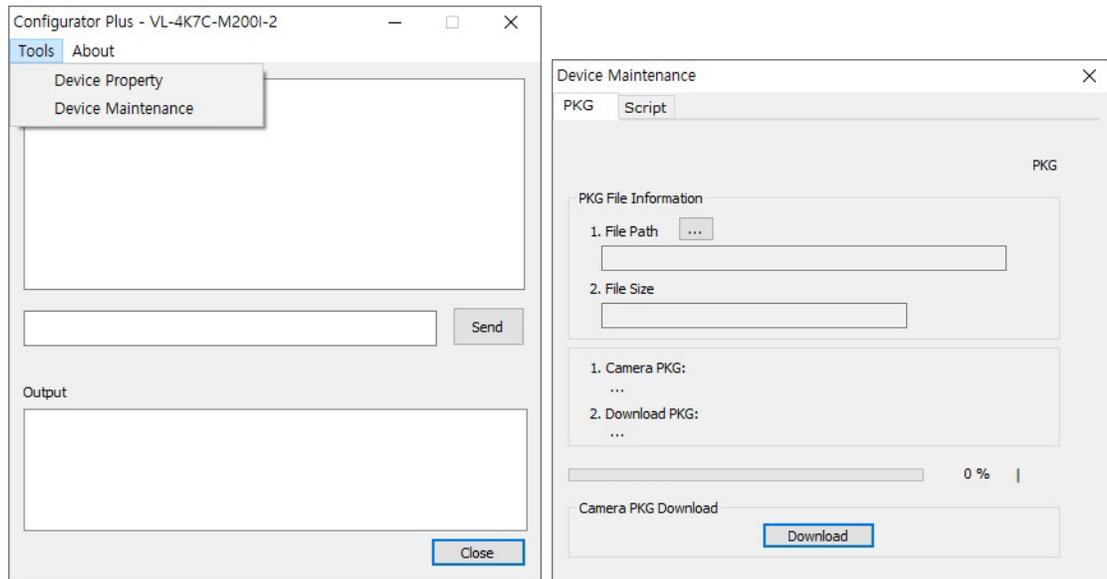


그림 10-4 Configurator Plus 및 Device Maintenance

10.4 Command List

VL-2K/4K 시리즈 카메라에서 제공하는 기능은 다음 명령어로도 설정할 수 있습니다.

Command	Syntax	Return Value	설명
Set DeviceScanType Get DeviceScanType	sdst 0 1 gdst	OK 0 1	카메라 운용 모드 설정 0: Areascan 모드 1: Linescan 모드
Set Image Width Get Image Width	siw n giw	OK n	ROI 폭 설정 n: Width 값
Set Offset X Get Offset X	sox n gox	OK n	ROI 시작 지점의 X 좌표 n: X axis offset
Set Binning Selector Get Binning Selector	sbns 0 1 gbns	OK n	Binning 선택 0: Sensor Binning 1: Logic Binning
Set Binning Horizontal Get Binning Horizontal	sbh 1 2 gbh	OK 1 2	수평 방향 Binning 설정 1: ×1 binning horizontal (No binning) 2: ×2 binning horizontal
Set Binning Horizontal Mode Get Binning Horizontal Mode	sbhm 0 1 gbhm	OK 0 1	Binning Horizontal Mode에 따라서 자동으로 변경 0: Sum 1: Average
Set Binning Vertical Get Binning Vertical	sbv 1 2 gbv	OK 1 2	수직 방향 Binning 설정 1: ×1 binning vertical (No binning) 2: ×2 binning vertical
Set Binning Vertical Mode Get Binning Vertical Mode	sbvm 0 1 gbvm	OK 0 1	Binning Vertical에 적용할 Binning 모드 설정 0: Sum 1: Average
Set Reverse X Get Reverse X	shf 0 1 ghf	OK 0 1	Reverse X 기능 설정 0: Reverse X 기능 해제 1: Reverse X 기능 활성화

표 10-1 Command List #1

Command	Syntax	Return Value	설명
Set Pixel Format Get Pixel Format	sdb 8 10 12 gdb	OK 8 10 12	Pixel Format 설정 8: 8 bit output 10: 10 bit output 12: 12 bit output
Set Test Image Get Test Image	sti 0 1 2 3 16 gti	OK 0 1 2 3 16	Test Image 설정 0: Test Image 기능 해제 1: Grey Horizontal Ramp로 설정 2: Grey Diagonal Ramp로 설정 3: Grey Diagonal Ramp Moving으로 설정 16: 센서에서 제공하는 Test Image로 설정
Set Scan Direction Get Scan Direction	ssd 0 1 2 gsd	OK 0 1	카메라 스캔 방향 설정 0: Forward 1: Backward
Set TDI Stage Get TDI Stage	std 1 2 gtd	OK 1 2	TDI Stage 개수 설정 1: 1 Stage 2: 2 Stage
Acquisition Start	ast	OK	영상 획득 시작
Acquisition Stop	asp	OK	영상 획득 종료
Get Acquisition Status	gast	OK	현재 카메라의 영상 획득 작업에 대한 진행 여부를 확인 0: 영상 획득 작업을 하고 있지 않음 1: 영상 획득 작업 중
Set Line Rate Get Line Rate	slr f glr	OK f	카메라의 Line Rate 설정 f: Line rate (Hz)
Set Trigger Mode Get Trigger Mode	stm 0 1 gtm	OK 0 1	Trigger Mode 설정 0: Trigger Mode Off (Free-Run 모드) 1: Trigger Mode On
Set Trigger Source Get Trigger Source	sts 14 22 gts	OK 14 22	Trigger Mode On에서 소스 신호 지정 14: CC1 22: Line0
Set Trigger Activation Get Trigger Activation	sta 0 1 4 gta	OK 0 1 4	Trigger Mode On에서 전기 신호 지정 0: Falling 1: Rising 4: AnyEdge

표 10-2 Command List #2

Command	Syntax	Return Value	설명
---------	--------	--------------	----

Set Trigger Multiplier	stml n	OK	Trigger Multiplier 비율 설정
Get Trigger Multiplier	gtml	n	n: 1 - 1024
Set Trigger Divider	stdv n	OK	Trigger Divider 비율 설정
Get Trigger Divider	gtdv	n	n: 1 - 1024
Get Trigger Ratio	grr	n	Trigger Ratio 표시
Set Trigger Rescaler Filter Size	srf 0 1 2 3 4 5	OK	Trigger Rescaler Filter Size 설정
Get Trigger Rescaler Filter Size	grf	0 1 2 3 4 5	0: SIZE16 1: SIZE32 2: SIZE64 3: SIZE 128 4: SIZE 256 5: SIZE512
Set Exposure Mode	sem 0 1	OK	Exposure Mode 설정
Get Exposure Mode	gem	0 1	0: Timed 1: TriggerWidth
Set Exposure Time	set n	OK	노출 시간 설정
Get Exposure Time	get	n	n: 마이크로세컨드(μ s) 단위의 노출 시간
Set Line Selector	slns 0 1	OK	Line Selector 설정
Get Line Selector	glns	0 1	0: Line0 1: Line1
Set Line Inverter	slni 0 1	OK	Line Inverter 설정
Get Line Inverter	glni	0 1	0: Line Inverter 기능 해제 1: Line Inverter 기능 활성화
Set Line Source	slnc n	OK	Line Inverter 설정
Get Line Source	glnc	n	0: Off 2: High 4: FrameActive 5: LineActive 6: ExposureActive 10: UserOutput0 18: Timer0Active

표 10-3 Command List #3

Command	Syntax	Return Value	설명
Set Debounce Time	sdbt n	OK	Line0일 때 Debounce 시간 설정
Get Debounce Time	gdbt	n	n: 마이크로세컨드 단위의 Debounce 시간(0 - 1,000,000 μ s)

Set Counter Event Source Get Counter Event Source	sces n gces	OK n	Counter Event Source 설정 0: Off 4: FrameActive 5: LineActive 6: ExposureActive 14: CC1 22: Line0
Set Counter Event Activation Get Counter Event Activation	stts n gfts	OK n	Counter Event Activation 설정 0: FallingEdge 1: RisingEdge
Set Counter Reset Source Get Counter Reset Source	scrs n gcrs	OK n	Counter Reset Source 설정 0: Off 4: FrameActive 6: ExposureActive 7: AcquisitionActive 22: Line0
Set Counter Reset Activation Get Counter Reset Activation	scra n gcra	OK n	Counter Reset Activation 설정 0: Falling Edge 1: Rising Edge 2: LevelLow 3: LevelHigh 4: AnyEdge
Set Counter Duration Get Counter Duration	sctl n gctl	OK n	Counter Duration 설정
Set Counter Trigger Source Get Counter Trigger Source	scfts n gcfts	OK n	Counter Trigger Source 설정 0: Off 4: FrameActive 6: ExposureActive 7: AcquisitionActive 22: Line0

표 10-4 Command List #4

Command	Syntax	Return Value	설명
Set Counter Trigger Activation Get Counter Trigger Activation	scta n gcta	OK n	Counter Trigger Activation 설정 0: FallingEdge 1: RisingEdge

Set Timer Duration	stdu f	OK	2: LevelLow
Get Timer Duration	gtdu	f	3: LevelHigh
Set Timer Delay	stdl f	OK	4: AnyEdge
Get Timer Delay	gtdl	f	Timer Duration 설정(1 ~ 60,000,000)
Set Timer Trigger Source	stts n	OK	Timer Delay 설정(0 ~ 60,000,000)
Get Timer Trigger Source	gtts	n	Timer Trigger Source 설정 0: Off 4: FrameActive 6: ExposureActive 14: CC1 22: Line0
Set Timer Trigger Activation	stta n	OK	Timer Trigger Activation 설정
Get Timer Trigger Activation	gtta	n	0: FallingEdge 1: RisingEdge 2: LevelLow 3: LevelHigh 4: AnyEdge
Set Analog Gain	sag f	OK	Analog Gain 설정
Get Analog Gain	gag	f	f: 1.25x, 1.75x, 2x, 3x, 4x
Set Digital Gain	sdg f	OK	디지털 Gain 값 설정
Get Digital Gain	gdg	f	f: Gain 값(Setting range: 1x ~ 32x)
Set Black Level	sbl n	OK	Black Level 설정
Get Black Level	gbl	n	n: Black level (Setting Range: -255 ~ 255)
Set RGB Gain	srg r g b n	OK	컬러 픽셀의 강도 설정
Get RGB Gain	grg r g b	n	r g b: Red / Green / Blue 픽셀 n: Gain 값 (1.0x ~ 4.0x)

Table 10.3 Command List #5

Command	Syntax	Return Value	설명
Auto White Balance	arg	OK	Auto White Balance 한 번 실행
Set Optical Black Clamp	sob 0 1	OK	Optical Black Clamp 설정
Get Optical Black Clamp	gob	0 1	0: Optical Black Clmap 기능 해제

Set Color Transformation Enable	scte 0 1	OK	1: Optical Black Cimap 기능 설정
Get Color Transformation Enable	gcte	0 1	Color Transformation Enable 설정 0: Color Transformation Enable 기능 해제 1: Color Transformation Enable 기능 설정
Set Color Transformation Value	sccm n f	OK	Color Transformation Value 설정
Get Color Transformation Value	gccm	f	n: Matrix값 (0: Gain00, 1: Gain01, ..., 8: Gain22)
Set Data ROI Width	sdrw n	OK	데이터 ROI의 폭 설정
Get Data ROI Width	gdrw	n	
Set Data ROI Height	sdrh n	OK	데이터 ROI의 높이 설정
Get Data ROI Height	gdrh	n	
Set Data ROI Offset X	sdrx n	OK	데이터 ROI와 원점과의 수평 Offset 설정
Get Data ROI Offset X	gdrx	n	
Set Data ROI Offset Y	sdry n	OK	데이터 ROI와 원점과의 수직 Offset 설정
Get Data ROI Offset Y	gdry	n	
Generate DSNU Data	gdd	OK	현재 Analog Gain 설정 값에 대해 DSNU 데이터 생성
Save DSNU Data	sdd	OK	DSNU 데이터를 비휘발성 메모리에 저장
Load DSNU Data	ldd	OK	비휘발성 메모리에 저장되어 있는 DSNU 데이터를 휘발성 메모리로 불러오기
Generate PRNU Data	gpd n	OK	PRNU 데이터 생성 n: Target level (Setting Range: 1 ~ 255, 0: 자동 설정)
Set PRNU Mode	sprnu 0 1	OK	PRNU Correction 기능 설정
Get PRNU Mode	gprnu	0 1	0: PRNU Correction 기능 해제 1: PRNU Correction 기능 활성화
Save PRNU Data	spd	OK	PRNU 데이터를 비휘발성 메모리에 저장

표 10-5 Command List #6

Command	Syntax	Return Value	설명
Load PRNU Data	lpd	OK	비휘발성 메모리에 저장되어 있는 PRNU 데이터를 휘발성 메모리로 불러오기

PRNU Selector	spi n gpi	OK n	PRNU 데이터를 저장 또는 불러올 영역 설정 n: PRNU 데이터 저장 영역(0 ~ 7)
Set Camera Link Clock Speed Get Camera Link Clock Speed	sccs 0 1 2 gccs	OK 0 1 2	Camera Link Pixel Clock 설정 0: 85 MHz 1: 65 MHz 2: 45 MHz
Set Camera Link mode Get Camera Link mode	stg n gtg	OK n	Camera Link Output 모드 설정 2: 2 Tap 3: 3 Tap 4: 4 Tap 6: 6 Tap (Color Model Only) 8: 8 Tap 10: 10 Tap
Load Config From	lcf 0 1 2	OK	카메라 설정 값 불러오기 0: Factory 영역에서 불러오기 1: User 1 영역에서 불러오기 2: User 2 영역에서 불러오기
Save Config To	sct 1 2	OK	카메라 설정 값 저장 1: User 1 영역에 저장 2: User 2 영역에 저장
Set Config Initialization Get Config Initialization	sci 0 1 2 gci	OK 0 1 2	카메라 reset 시 적용할 설정 값 지정 0: 카메라 reset 시 Factory 기본 값 적용 1: 카메라 reset 시 User 1 설정 값 적용 2: 카메라 reset 시 User 2 설정 값 적용
Get MCU Version	gmv	String	카메라 MCU 버전 표시
Get FPGA Version	gfv	String	카메라 FPGA 버전 표시
Get Model Number	gmn	String	카메라 모델 이름 표시
Get Serial Number	gsn piece	String	카메라 시리얼 번호 표시
Get Current Temperature	gct	String	섭씨 단위로 온도 표시
Reset Hardware	rst	-	카메라 Reset 실행

표 10-6 Command List #7

Chapter 11. 제품 동작 이상 확인 및 조치

제품이 이상 동작을 하면 아래 사항을 점검해 주시기 바랍니다.

- 화면에 아무것도 보이지 않을 경우
 - 케이블 연결이 제대로 되었는지 확인하십시오.
 - 전원 공급이 제대로 이루어지는지 확인하십시오.
 - 외부 트리거 입력 모드일 경우, 트리거가 제대로 입력되는지 확인하십시오.

- 화면이 선명하지 않을 경우
 - 렌즈나 Glass에 먼지가 묻어 있는지 확인하십시오.
 - 렌즈의 초점이 잘 맞는지 확인하십시오.

- 영상이 어둡게 나올 경우
 - 렌즈가 막혀 있는지 확인하십시오.
 - 노출(Exposure)시간이 적절한 지 확인하십시오.

- 카메라 동작이 이상하고 뜨거울 경우
 - 전원 연결이 제대로 되었는지 확인하십시오.
 - 카메라에서 연기가 나거나 비정상적인 발열 시 사용을 중지하십시오.

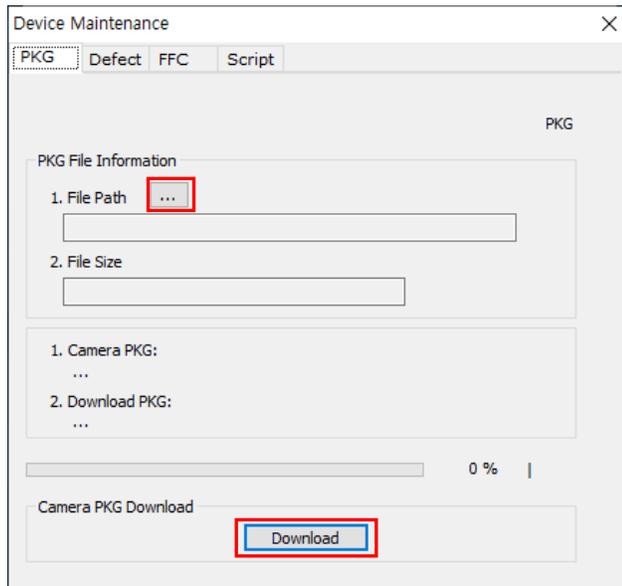
- 트리거 모드가 제대로 동작되지 않을 경우
 - CC1 트리거 모드의 경우 프레임그래버의 CC1 설정이 제대로 되었는지 확인하십시오.
 - 외부 트리거 모드의 경우 케이블 연결이 제대로 되었는지 확인하십시오.

- 통신이 되지 않을 때
 - Camera Link 케이블 연결이 제대로 되었는지 확인하십시오.
 - PC에 장착된 프레임그래버에 카메라가 제대로 연결되어 있는지, 설정이 제대로 되었는지 확인하십시오.

Appendix A. Field Upgrade

다음 절차에 따라서 카메라의 MCU, FPGA 및 XML 파일을 업그레이드할 수 있습니다.

1. 컨피규레이터를 실행한 후 Configurator Plus 창 > Tools > Device Maintenance를 클릭하여 Device Maintenance 창을 엽니다.
2. PKG 탭을 선택하고, File Path 옆의 버튼을 클릭한 다음 MCU, FPGA 또는 XML 업그레이드 파일을 선택하고 버튼을 클릭합니다.



3. 업그레이드 파일의 다운로드가 진행되고 하단에 진행 상황이 표시됩니다.
4. 다운로드가 완료되면 버튼을 클릭하여 확인 창을 닫습니다.

Appendix B. Index

6

6핀 커넥터.....31

B

bilinear.....46

C

Configurator.....78

Configurator Plus 창80

D

Defective Pixel Map 다운로드.....80

Device Maintenance 창80

DeviceProperty 창79

DSNU59

DSNU 데이터 생성.....59

DSNU 보정.....59

E

Exposure Offset43

Exposure Time 파라미터 설정.....43

external 트리거38

F

Fixed Pattern Noise63

FPGA 업그레이드.....80

FPN.....63

FPN coefficients.....63

FPN 보정63

G

gain 값 조정58

H

Hirose31

I

Integration Stage 숫자..... 45

L

Linescan 모드 45

M

MCU 업그레이드 80

P

PRNU 61

Q

quantum efficiency 24

T

Target Level AUTO 62

TDI Stage 숫자..... 45

TDI Stages 파라미터 45

Trigger Source 파라미터..... 36

X

XML parameter

CounterAndTimeControl..... 72
TimerDelay 72
TimerDuration..... 72
TimerReset 72
TimerSelector 72
TimerTriggerActivation..... 72
TimerTriggerSource..... 72

XML 파라미터

Balance White Auto 58
BinningHorizontal..... 49
BinningHorizontalMode 49
BinningSelector 49
BinningVertical..... 49
BinningVerticalMode 49
Device Scan Type 44
Device Temperature 67
Device TemperatureSelector 67
Device UserID 73
DSNUCoefficient..... 63
DSNUCoefficientApply 63
DSNUGenerate..... 59
DSNULoad 59
DSNUSave 59
FPNCCoefficientsControl..... 63
Mainboard..... 67
PixelFormat..... 52
PRNUCoefficient 63
PRNUCoefficientApply 63
ReverseX..... 69
TDI Stages 45
Trigger Ratio 39
TriggerRescalerFilter 39
WhiteBalanceAuto 56

XML 파일 업그레이드..... 80

ㄱ

고정 패턴 노이즈..... 63

C

데이터 ROI 유효 영역 결정..... 56

□

명령어 목록 81

모노 카메라 픽셀 포맷 52

무효한 입력 신호..... 66

H

바이리니어 46

人

사용자 정의 정보 입력 73

서문 7

센서 픽셀 구조
컬러 카메라..... 46

○

양자 효율..... 24

업그레이드..... 80

외부 트리거 신호..... 38

유효한 입력 신호..... 66

ㄱ

카메라 LED 설명 67

카메라 명령어 목록 81

카메라 온도 관련 파라미터 67

카메라 제어 78

컨피규레이터 78

컨피규레이터 7

컬러 카메라 픽셀 포맷 52

E

트리거 주기 입력..... 39

ㅍ

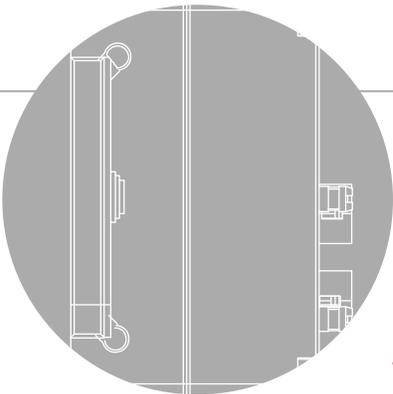
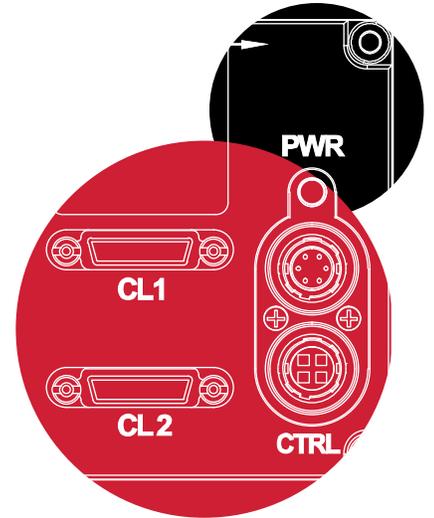
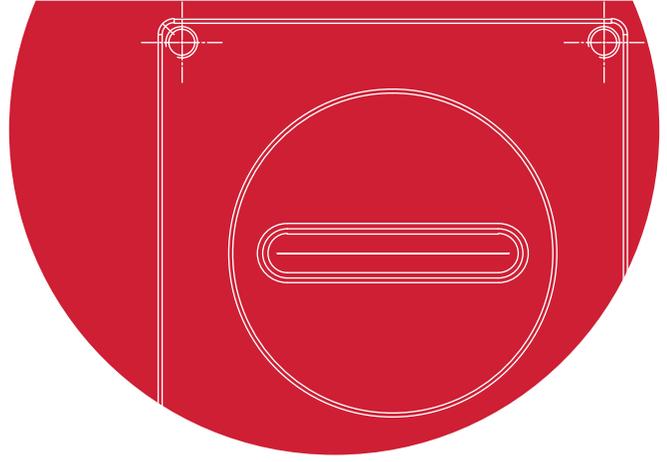
파라미터 변경하기..... 78

픽셀 포맷 설정

BGR..... 46
Mono..... 46
RGB..... 46
RGBG 46

ㅎ

히로세 6핀 커넥터 31



Vieworks Co., Ltd.

41-3, Burim-ro, 170beon-gil,
Dongan-gu, Anyang-si, Gyeonggi-do
14055 Republic of Korea

Tel: +82-70-7011-6161 Fax: +82-31-386-8631

<http://vision.vieworks.com>

vision@vieworks.com