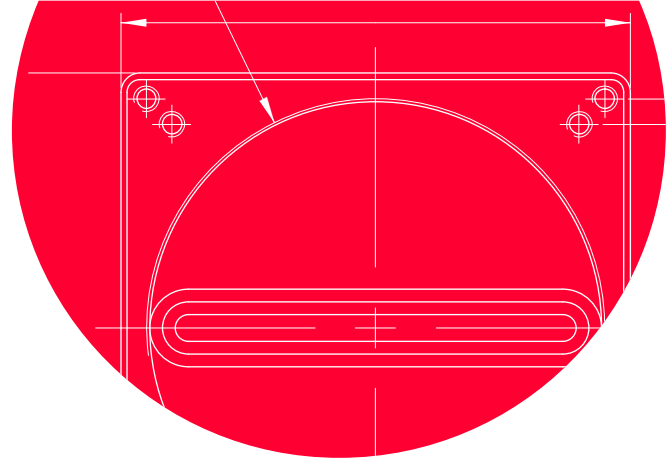


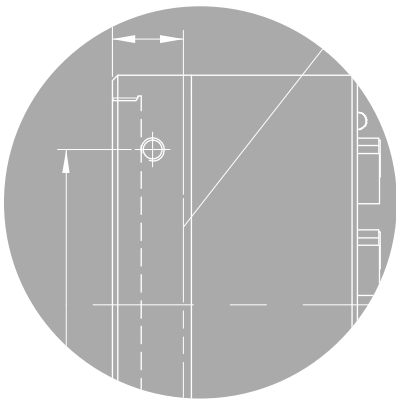
VL series

User Manual



한국어

VL-8K7C-M80F-1
VL-8K7C-M80F-2
VL-16K3.5C-M50F-1



VIEWWORKS

개정 이력

버전	날짜	설명
1.0	2014-02-14	초안
1.1	2014-09-19	새 CI 적용
1.2	2016-04-22	Typ. Power Requirement 추가
1.3	2020-06-11	<ul style="list-style-type: none"> • 새 CI 적용 • Camera Link 출력 모드별 사용 가능한 Pixel Format 수정 • 50 MHz, 60 MHz 및 70 MHz Camera Link Pixel Clock 지원 추가
1.4	-	<ul style="list-style-type: none"> • QE 그래프 추가
1.5	-	<ul style="list-style-type: none"> • 모델명 변경 • 10 Tap 기능 추가 • Max. Line rate 변경
1.6	2021-11-11	<ul style="list-style-type: none"> • Max. Line rate 변경 • 카메라의 하우징 온도 오류 수정 • Command List 의 설명 수정
1.7	2021-11-25	LUT 기능 관련 내용 삭제
1.8	2021-12-30	PRNU 보정에서 Target Level 관련 내용 수정
1.9	2023-01-20	<p>다음 모델 추가</p> <ul style="list-style-type: none"> • VL-8K7C-M80F-1
2.0	2023-02-15	<ul style="list-style-type: none"> • 카메라 크기 정보, 디멘전 일러스트 수정 • UL 인증 관련 정보 수정
2.1	2023-08-23	Set Camera-Link Mode, Get Camera-Link Mode 명령어에 10 Tap 모드 관련 명령어 추가

목차

1	주의사항	6
2	제품을 사용하기 전에	9
2.1	해당 제품	9
3	보증범위	10
4	사용자 안내문	10
5	제품 구성	11
6	제품 규격	12
6.1	Overview	12
6.2	Specification	13
6.3	Camera Block Diagram	15
6.4	스펙트럼 응답 특성 및 Quantum Efficiency	16
6.5	Mechanical Specification	17
6.5.1	Camera Mounting 및 Heat Dissipation	18
6.5.2	제품 고정하기	18
7	카메라 연결 방법	19
7.1	센서 중심 조정에 대한 주의사항	19
7.2	카메라 제어	19
8	Camera Interface	20
8.1	General Description	20
8.2	Camera Link MDR 커넥터	20
8.3	전원 입력 단자	23
8.4	컨트롤 입출력 단자	24
8.5	Trigger Input Circuit	25
8.6	Strobe Output Circuit	25
9	Camera Features	26
9.1	Region of Interest	26
9.1.1	ROI 설정	26
9.2	Image Mode (VL-8K7C-M80F-2 Only)	27
9.2.1	Single Line	28
9.2.2	Dual Line	28
9.2.3	Binning	30

9.3 Trigger Mode.....	32
9.3.1 Free-Run.....	32
9.3.2 External Sync.....	33
9.3.3 External Sync Converter.....	35
9.4 Camera Link Output.....	36
9.5 Data Bit.....	37
9.6 Gain 및 Offset.....	38
9.7 Test Image	38
9.8 Dark Signal Non-uniformity Correction	39
9.8.1 사용자 DSNU 보정 값 생성 및 저장	39
9.9 Photo Response Non-uniformity Correction	41
9.9.1 사용자 PRNU 보정 값 생성 및 저장	41
9.10 Temperature Monitor	44
9.11 Status LED.....	44
9.12 Horizontal Flip	45
9.13 Strobe Out.....	46
9.14 Field Upgrade.....	46
10 Camera Configuration	47
10.1 설정 명령.....	47
10.2 User Set Control.....	49
10.3 Command List	50
11 Configurator GUI.....	53
11.1 Camera Scan	53
11.2 메뉴.....	54
11.2.1 File.....	54
11.3 Start-Up.....	55
11.3.1 Tool	56
11.3.2 About	57
11.4 탭	58
11.4.1 VIEW 탭.....	58
11.4.2 MODE/EXP 탭	59
11.4.3 GAIN 탭.....	60
12 제품 동작 이상 확인 및 조치	61
Appendix A Field Upgrade.....	63

A.1 MCU 63
A.2 FPGA..... 66

1 주의사항

일반 주의사항



- 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 절 Specification](#)의 온도 범위를 벗어나지 않는지 주의하십시오. 극한 기온으로 인해 제품이 손상될 수 있습니다.

설치 시 주의사항



- 먼지와 모래가 많거나 더러운 장소, 혹은 에어컨 및 난로 가까이에 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



- 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 절 Specification](#) 을 참조하십시오(※제조사 (주)뷰웍스는 어댑터를 제공하지 않음, 전원 공급 장치를 사용한다면, UL 62368-1 에서 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 씌어서 출하됩니다. 카메라 센서에 먼지나 이물질이 들어가는 것을 방지하려면 카메라에 렌즈를 장착하지 않았을 때에는 항상 플라스틱 보호 덮개를 씌어서 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.
이 단계에서 오염 물질이 제거되지 않으면, 다음 단계를 진행합니다.
2. 면봉(non-fluffy cotton buds)에 렌즈 세정제를 한 방울을 떨어뜨리고 센서의 오염 물질을 닦아냅니다.
3. 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.
4. 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.



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

2 제품을 사용하기 전에

VL Camera Link 시리즈 카메라를 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.

2.1 해당 제품

이 매뉴얼은 다음 제품의 사용자를 위하여 작성했습니다.

- VL-8K7C-M80F-1
- VL-8K7C-M80F-2
- VL-16K3.5C-M50F-1

3 보증범위

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 문의 및 서비스가 필요한 경우 판매처나 제조사로 연락 바랍니다.

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

4 사용자 안내문

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.

5 제품 구성

Package Components



VL Camera with M72 × 0.75 mount

6 제품 규격

6.1 Overview

VL series 는 고해상도 및 고속 라인 속도를 제공하는 CMOS 센서를 채용한 Line Scan 카메라로 CCD 센서를 뛰어 넘는 Dynamic Range 를 구현하고, 머신 비전 시스템에서 요구하는 높은 신뢰성과 작동 성능을 제공합니다. 또한, 다양한 Line Scan 애플리케이션에서 요구하는 다음과 같은 유용한 기능도 포함하고 있습니다.

주요 특징

- CMOS Line Scan
- Max. 16 k Pixel Resolution
- 8 k Double Integration Mode (VL-8K7C-M80F-2)
- 100% Fill Factor
- Exposure Control
- 100× Anti-blooming
- Camera Link Interface (Full Configuration)
- Programmable User Setting Commands
- Pre-emphasis Function (Up to 10 meters at 85 MHz Pixel Clock)
- Field Update Firmware by Configuration Tool
- DSNU/PRNU Correction
- Adjustable Gain and Offset
- Test Pattern

적용 부문

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

6.2 Specification

VL series 카메라의 모델별 사양은 다음과 같습니다.

Specification		VL-8K7C-M80F-1	VL-8K7C-M80F-2	VL-16K3.5C-M50F-1
Active Image (H × V)		8192 × 1	8192 × 2	16384 × 1
Sensor (AMS)		Dragster DR-2x8k-7 Monochrome Linear CMOS		Dragster DR-16k-3.5 Monochrome Linear CMOS
Pixel Size		7.0 μm × 7.0 μm		3.5 μm × 3.5 μm
Max. Line Rate	2 Tap	20.37 kHz		10.00 kHz
	4 Tap	40.03 kHz		20.00 kHz
	8 Tap	80.00 kHz		40.00 kHz
	10 Tap	-		50.00 kHz
Camera Link Pixel Clock		50 / 60 / 70 / 85 MHz		
Video Output		2, 4, 8 Tap Output		2, 4, 8, 10 Tap Output
Pixel Data Format		8 bit(2 / 4 / 8 / 10 Tap), 10 bit(2 / 4 Tap) 또는 12 bit(2 / 4 Tap)		
Dynamic Range		65 dB	66 dB	64 dB
Max. SNR		43 dB	45 dB	43 dB
Dark Noise		11 e-	13 e-	11 e-
Image Direction		N/A	CC3 또는 Programmable	N/A
Dual Line Mode		N/A	Supported	N/A
Trigger Mode		Free-Run, External Sync, External Sync Converter		
Trigger Source		External 또는 CC1		
Exposure Time		2.00 ~ 10000.00 μs (0.01 μs step)		
Line Period	2 Tap	49.09 ~ 10000.00 μs		100.00 ~ 10000.00 μs
	4 Tap	24.98 ~ 10000.00 μs		50.00 ~ 10000.00 μs
	8 Tap	12.92 ~ 10000.00 μs		25.00 ~ 10000.00 μs
Black Level		0 ~ 2048 LSB at 12 bits		
Gain Control		Digital Gain: ×1.00 ~ ×32.00		
Camera Interface		Camera Link (Base/Medium/Full)		
Max. Cable Length		10 m (@ 85 MHz, Standard CL Cable)		
External Trigger		External, 3.3 V – 5.0 V		

Table 6.1 VL Series 사양(계속)

Specification		VL-8K7C-M80F-1	VL-8K7C-M80F-2	VL-16K3.5C-M50F-1
Software Trigger		Camera Link CC1, Programmable Exposure		
Lens Mount		M72 × 0.75 mm (Sensor to Camera Front: 12 mm)		
Power	External	8 ~ 28 VDC		
	Dissipation	Typ. 7.5 W	Typ. 8.0 W	
Environmental		Ambient Operating: 0°C ~ 40°C (Housing: 10°C ~ 50°C), Storage: -40°C ~ 70°C		
Mechanical		80 mm × 80 mm × 43 mm, 420 g		

Table 6.2 VL Series 사양

6.3 Camera Block Diagram

VL series 는 3 개의 PCB 로 구성되어 있고, Block Diagram 은 다음과 같습니다.

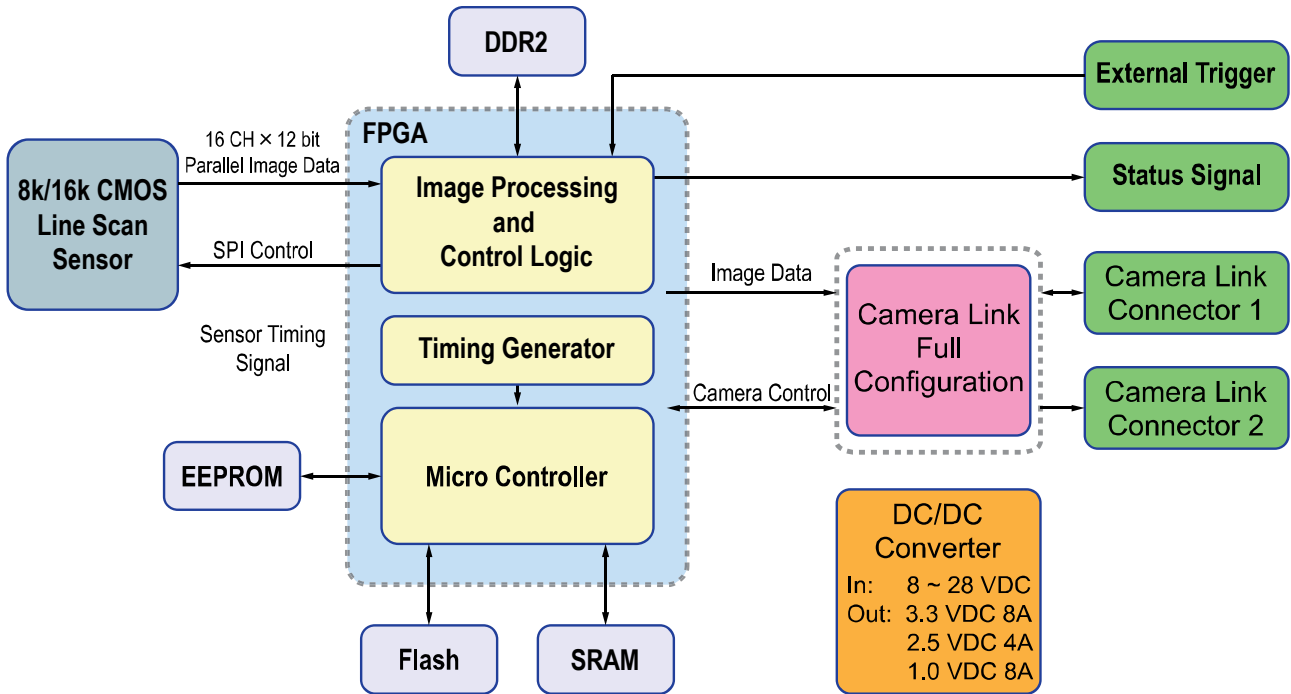


Figure 6-1 Camera Block Diagram

6.4 스펙트럼 응답 특성 및 Quantum Efficiency

다음 그래프는 VL series 카메라에 대한 스펙트럼 응답 특성 및 Quantum Efficiency 를 보여줍니다.

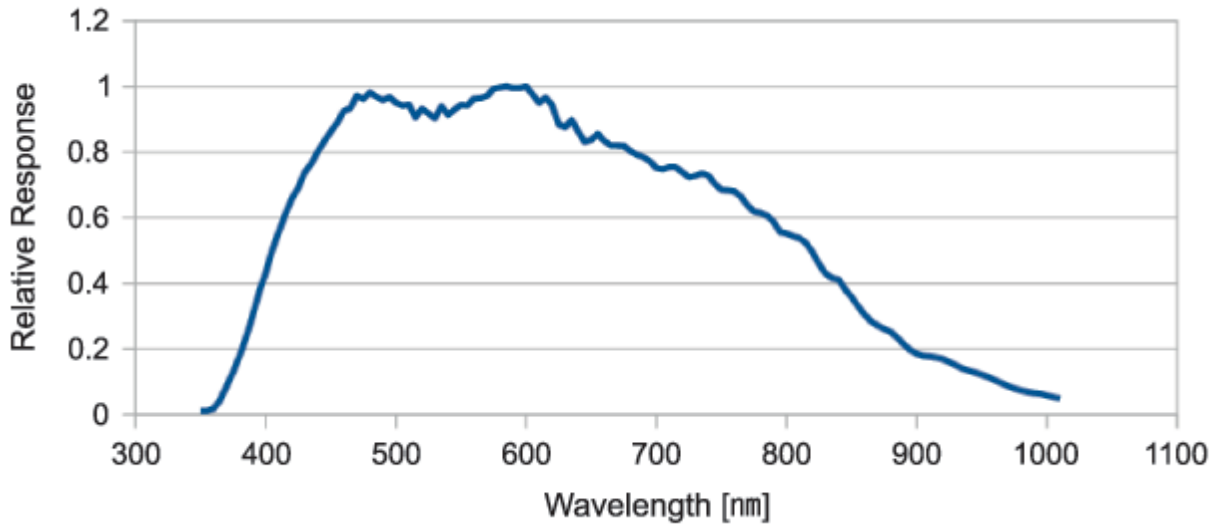


Figure 6-2 Spectral Response (Monochrome)

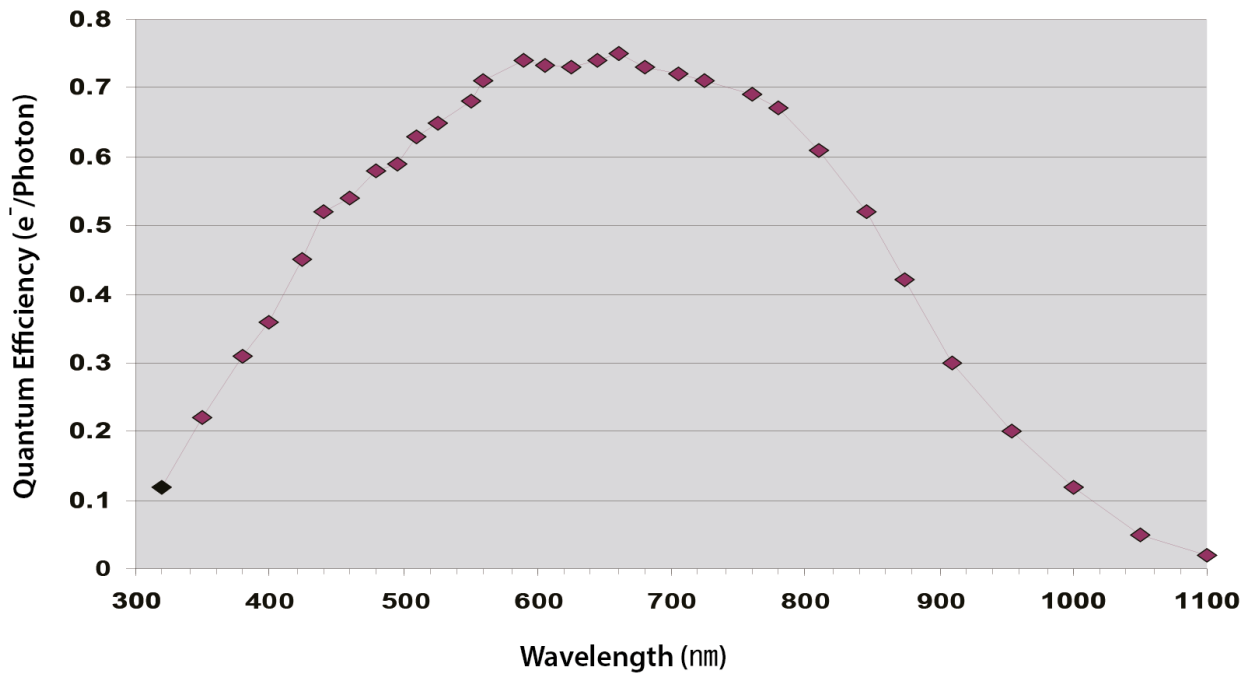


Figure 6-3 Quantum Efficiency

6.5 Mechanical Specification

다음 도면은 밀리미터 단위의 카메라 치수를 나타냅니다.

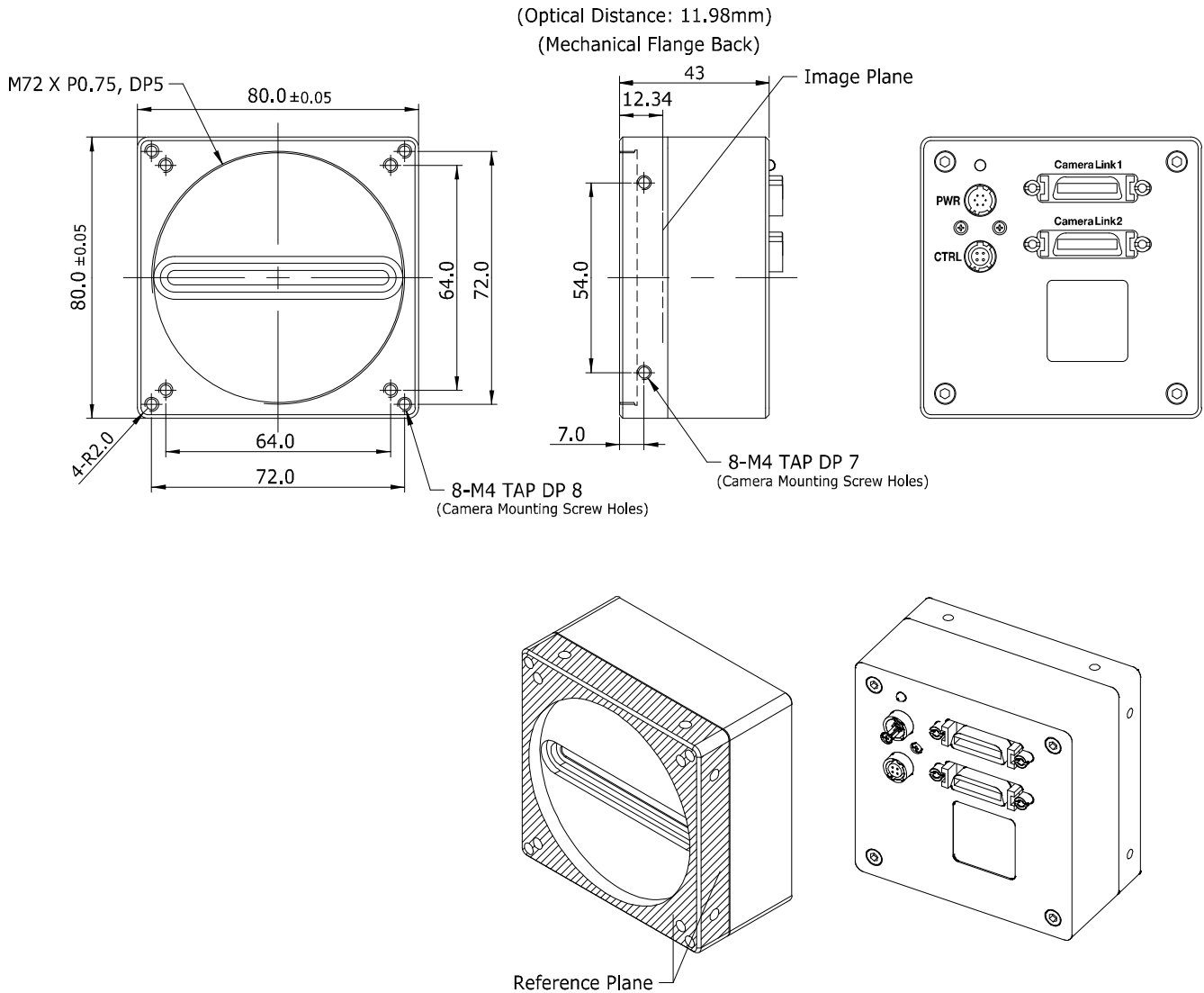


Figure 6-4 VL Series Mechanical Dimension

6.5.1 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.

6.5.2 제품 고정하기

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

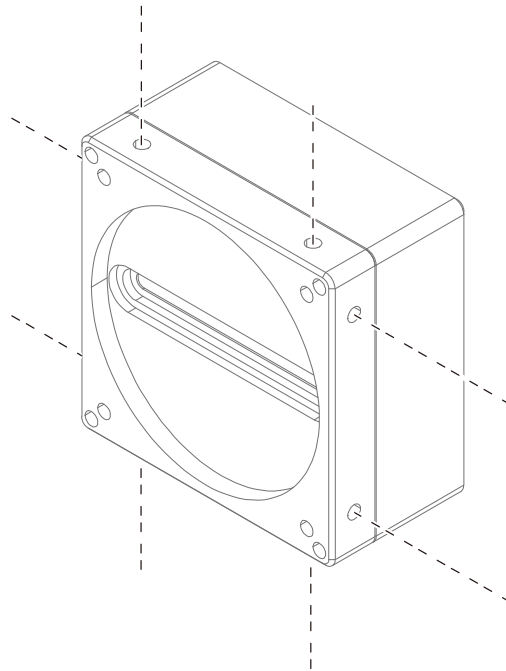


Figure 6-5 VL Camera Link 시리즈 제품을 거치할 때 고정나사 위치

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 4 mm 이상 카메라에 박히도록 체결하셔야 합니다.

7 카메라 연결 방법

다음 설명은 사용자의 PC 에 Camera Link Frame Grabber 와 관련 소프트웨어가 설치되어 있다고 가정합니다. 자세한 내용은 Camera Link Frame Grabber 사용 설명서를 참조하세요.
다음 절차에 따라서 사용자 PC 에 카메라를 연결합니다.

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



다음 단계에서는 카메라 앞 면에 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 Frame Grabber 에 연결합니다.
4. 전원 어댑터를 카메라의 전원 입력 잭에 연결합니다.
5. 전원 어댑터의 플러그를 전기 콘센트에 꽂습니다.
6. 모든 케이블이 제대로 연결되었는지 확인합니다.

7.1 센서 중심 조정에 대한 주의사항

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

7.2 카메라 제어

- Configurator.exe 파일을 실행하여 카메라를 제어할 수 있습니다.
- 최신 Configurator 를 <http://vision.viewworks.com> 에서 다운로드할 수 있습니다.
- 사용하는 Frame Grabber 사용 설명서를 참조하십시오.

8 Camera Interface

8.1 General Description

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

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

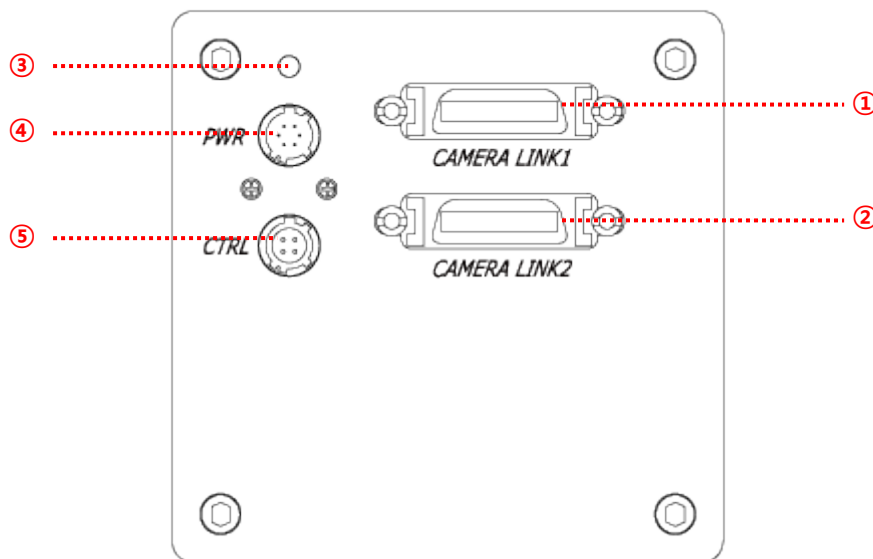


Figure 8-1 VL Series Back Panel

8.2 Camera Link MDR 커넥터

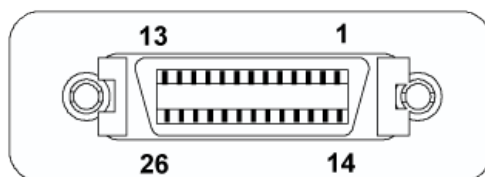


Figure 8-2 26핀 Camera Link MDR 커넥터

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

PAIR List	Pin	Signal Name	Type	Description
PAIR 0	1	Ground	Ground	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	Ground	Ground	Cable Shield

Table 8.1 Camera Link 커넥터 1 핀 구성

PAIR List	Pin	Signal Name	Type	Description
PAIR 0	1	Ground	Ground	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	Ground	Ground	Cable Shield

Table 8.2 Camera Link 커넥터 2 핀 구성



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

8.3 전원 입력 단자

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

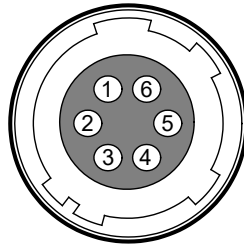


Figure 8-3 전원 입력 단자의 핀 배치도

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

Table 8.3 전원 입력 단자의 핀 구성



- Hirose 6 핀 커넥터에 권장되는 메이팅(mating) 커넥터는 Hirose 6 핀 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(※ 제조사 ㈜뷰웍스는 어댑터를 제공하지 않음, 전원 공급 장치를 사용한다면, UL 62368-1 에서 규정하는 PS2 등급 이하의 장치 사용 권장).

전원 입력 시 주의사항



- 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.

8.4 컨트롤 입출력 단자

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

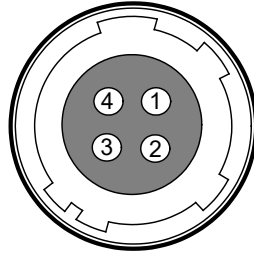


Figure 8-4 컨트롤 입출력 단자 핀 배치도

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

Table 8.4 컨트롤 입출력 단자의 핀 구성



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

8.5 Trigger Input Circuit

아래 그림은 4 핀 커넥터의 트리거 신호 입력 회로를 나타내고 있습니다. 입력된 트리거 신호는 포토 커플러를 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. 외부 트리거 신호의 입력은 아래의 회로도 와 같이 신호를 공급할 수 있습니다.

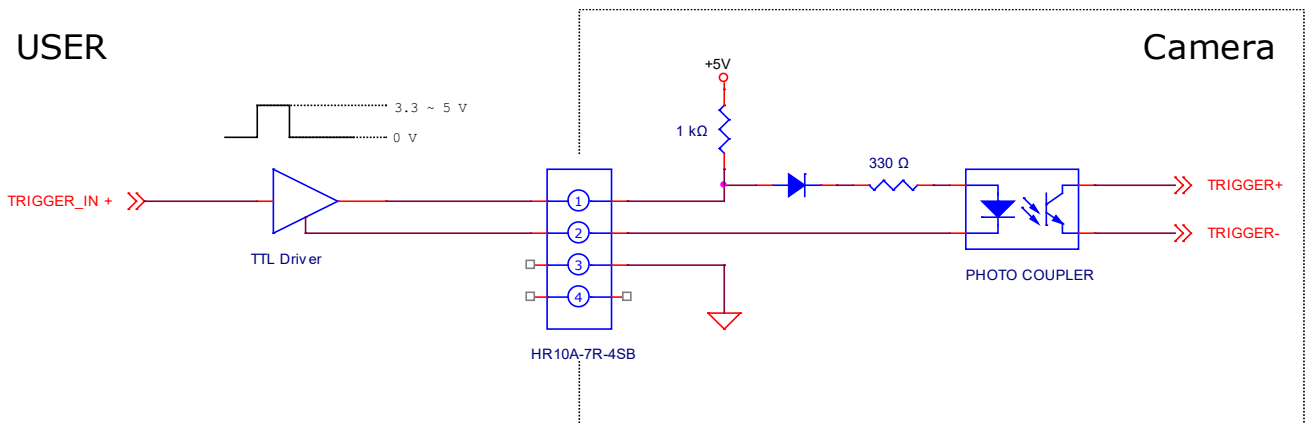


Figure 8-5 Trigger Input Schematic

8.6 Strobe Output Circuit

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

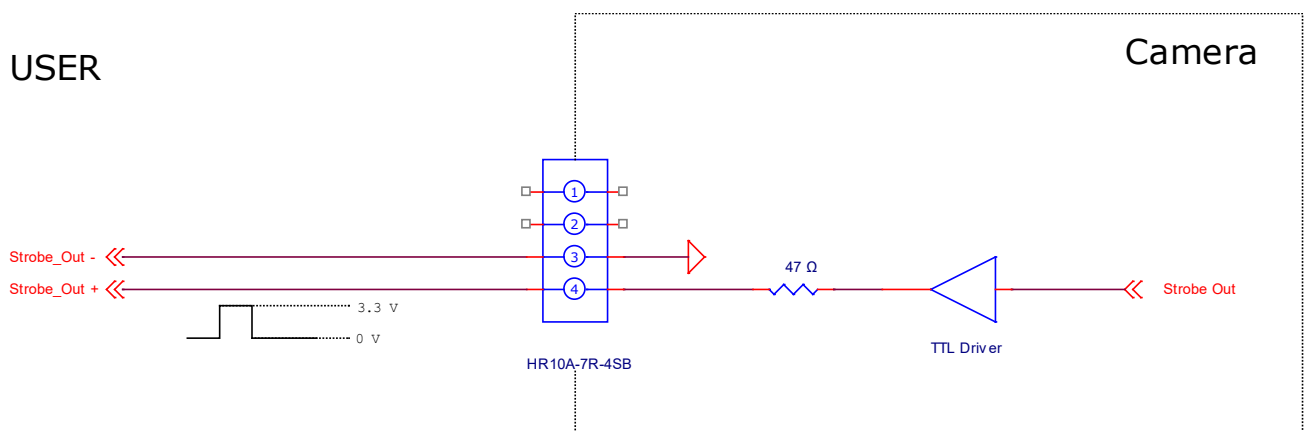


Figure 8-6 Strobe Output Schematic

9 Camera Features

9.1 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 지정된 영역의 픽셀 정보만 센서에서 readout 한 다음 카메라에서 frame grabber 로 전송합니다.

ROI 는 센서 열의 왼쪽 끝을 기준으로 하고, ROI 의 위치와 크기는 **Offset X** 및 **Width** 설정에 따라 정의됩니다. 예를 들어, Offset X 를 16 으로 설정하고 Width 를 160 으로 설정하면 다음 그림과 같이 ROI 를 설정합니다. 이 경우, 카메라는 17 부터 176 까지의 픽셀을 readout 하고 전송합니다.

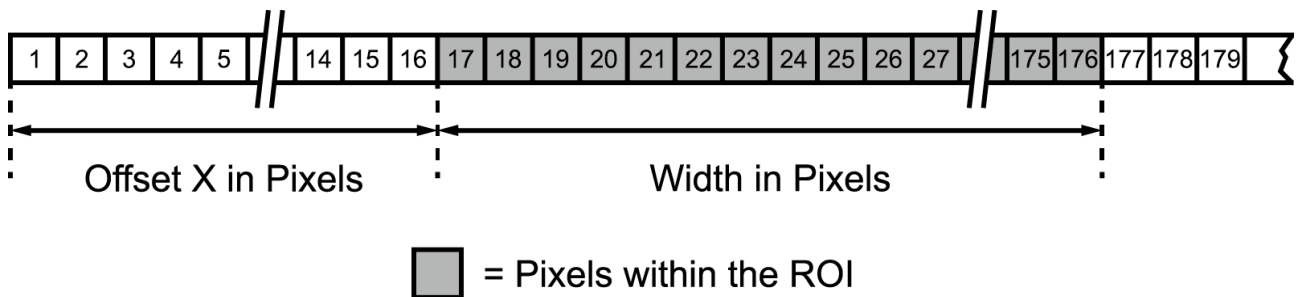


Figure 9-1 Region of Interest

9.1.1 ROI 설정

기본적으로 ROI 는 카메라 센서의 전체 해상도를 사용하도록 설정되어 있습니다. 카메라의 Offset X('sio' 명령) 및 Width('siw' 명령)를 변경하여 ROI 의 크기와 위치를 변경할 수 있습니다.

카메라의 ROI 를 설정할 때에는 다음 사항을 염두에 두어야 합니다.

- Offset X 와 Width 설정 값의 합이 카메라 센서 폭을 초과하면 안 됩니다. 예를 들어, VL-8K7C-M80F-2 모델의 경우, Offset X 와 Width 설정 값의 합이 8192 를 초과해서는 안 됩니다.
- Offset X 는 0 부터 16 의 배수로 설정해야 하고, Width 는 최소 160 부터 16 의 배수로 설정해야 합니다.



사용하는 frame grabber 에 따라서 ROI 의 위치 및 크기에 대한 추가적인 제약 사항이 있을 수 있습니다. 사용하는 frame grabber 의 사용 설명서를 참조하십시오.

9.2 Image Mode (VL-8K7C-M80F-2 Only)

VL-8K7C-M80F-2 모델은 여러 가지 방법으로 카메라의 센서로 라인 영상을 획득할 수 있습니다. 이러한 방법을 Image Mode 라고 하고, VL-8K7C-M80F-2 에서 제공하는 Image Mode 는 다음과 같습니다.

- Single Line (Low Sensitivity)
- Dual Line (High Sensitivity)
- Horizontal Binning
- Vertical Binning
- H & V Binning

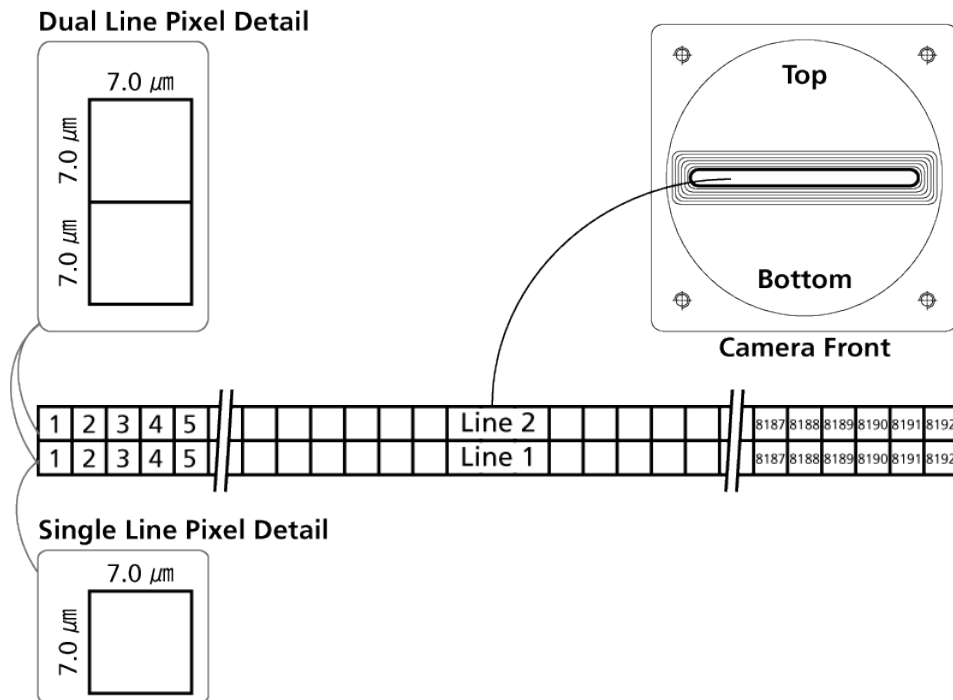


Figure 9-2 VL-8K7C-M80F-2 Dual Line Sensor 구조

9.2.1 Single Line

Single Line 모드를 설정하면, 카메라는 Line 1 만 사용합니다. 카메라에 라인 영상 획득 트리거 신호를 공급할 때마다 Line 1 만 노출을 진행합니다. 노출을 완료하면 Line 1 의 픽셀 값을 센서에서 readout 한 다음 카메라에서 전송합니다.

카메라를 Single Line 모드로 설정하면 획득 가능한 최대 line rate 는 최대 해상도에서 80 kHz입니다.

9.2.2 Dual Line

Dual Line 모드를 설정하면, 라인 영상 획득 트리거 신호를 공급할 때마다 Line 1 과 Line 2 모두 노출을 진행합니다. 노출을 완료하면 다음 방식에 따라서 Line 1 및 Line 2 의 픽셀 값을 처리합니다.

Image Direction을 Forward로 설정한 경우

- 센서에서 Line 1 의 픽셀 값을 리드아웃하고 카메라의 버퍼에 저장합니다.
- 센서에서 Line 2 의 픽셀 값을 리드아웃하고 이전 획득 주기에서 저장한 Line 1 의 픽셀 값과 더합니다.
- 더한 값을 2 로 나눕니다.
- 그런 다음 한 라인에서 취득한 것처럼 카메라에서 평균값을 전송합니다.

Image Direction을 Backward로 설정한 경우

- 센서에서 Line 2 의 픽셀 값을 리드아웃하고 카메라의 버퍼에 저장합니다.
- 센서에서 Line 1 의 픽셀 값을 리드아웃하고 이전 획득 주기에서 저장한 Line 2 의 픽셀 값과 더합니다.
- 더한 값을 2 로 나눕니다.
- 그런 다음 한 라인에서 취득한 것처럼 카메라에서 평균값을 전송합니다.

Dual Line 모드는 카메라에서 출력하는 픽셀 값의 노이즈 수준(noise level)을 감소하고자 할 때 유용합니다. Dual Line 모드를 사용하면 대략 40% 증가한 SNR(Signal to Noise Ratio)을 획득할 수 있습니다.

9.2.2.1 Image Direction

VL-8K7C-M80F-2 에서 Dual Line 모드로 라인 영상을 획득할 때, **Image Direction** 을 설정해야 합니다. 라인 영상을 획득할 물체가 센서의 Line 1(카메라의 아랫부분)을 먼저 지나가고, 그 다음 Line 2(카메라의 윗부분)를 지나가는 경우에는 **Forward** 모드를 사용해야 합니다. 반대로 라인 영상을 획득할 물체가 센서의 Line2 를 먼저 지나가고, 그 다음 Line 1 을 지나가는 경우에는 **Backward** 모드를 사용해야 합니다.

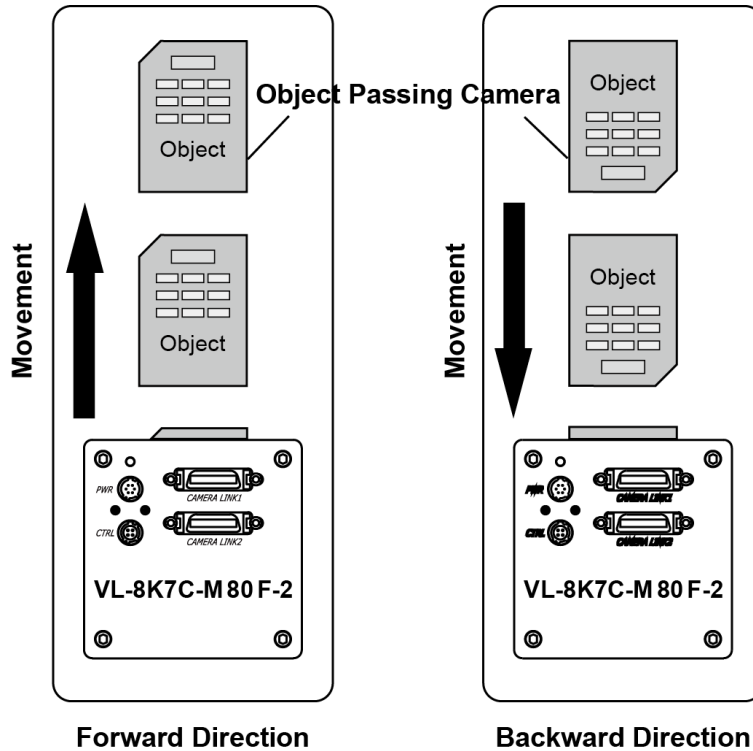


Figure 9-3 Image Direction

또한, 카메라 링크 CC3(Control Port 3) 포트로 Image Direction 을 조절할 수 있습니다. Forward 로 설정하려면 CC3 를 Low 로, Backward 로 설정하려면 CC3 를 High 로 설정합니다.

9.2.3 Binning

9.2.3.1 Horizontal Binning

Horizontal Binning 모드를 설정하면 라인 영상 획득 트리거를 공급할 때마다 Line 1 만 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 Binning 을 사용하면 대략 1.4 배의 향상된 SNR(Signal to Noise Ratio)을 얻을 수 있습니다. 또한, Horizontal Binning 모드를 설정하면 센서의 해상도는 절반으로 되고, VL-8K7C-M80F-2 의 경우 유효 해상도는 4096 픽셀이 됩니다.

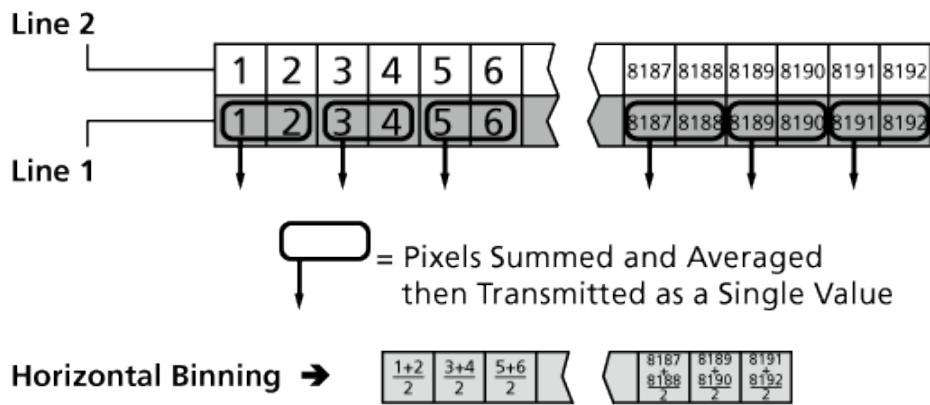


Figure 9-4 Horizontal Binning

9.2.3.2 Vertical Binning

Vertical Binning 모드를 설정하면 라인 영상 획득 트리거를 공급할 때마다 Line 1 과 Line 2 모두 노출을 진행합니다. 노출을 완료하면 다음 그림과 같이 Line 1 의 픽셀 값은 Line 2 의 픽셀 값과 더합니다. 그런 다음 2로 나눠서 평균 값을 구하고, 이 값을 단일 픽셀에서 취한 것처럼 카메라에서 전송합니다. Vertical Binning 을 사용하면 대략 1.4 배의 향상된 SNR(Signal to Noise Ratio)을 얻을 수 있습니다.

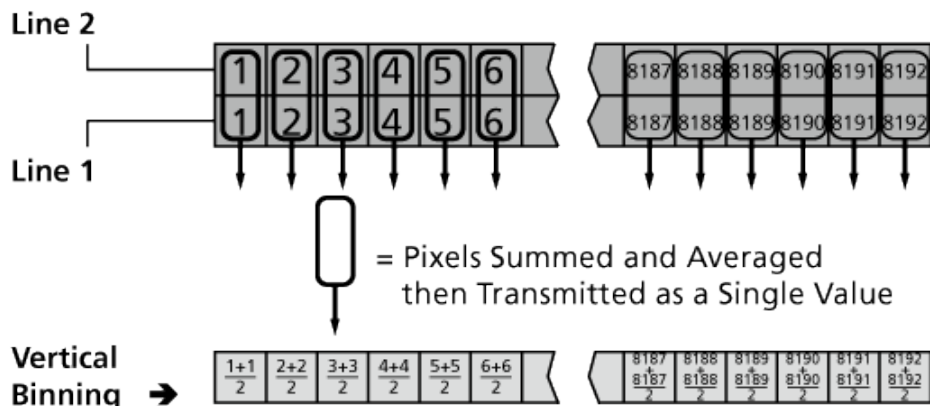


Figure 9-5 Vertical Binning

9.2.3.3 H & V Binning

H & V Binning 모드를 설정하면 Horizontal Binning 과 Vertical Binning 을 함께 사용할 수 있습니다. H & V Binning 을 사용하면 대략 2 배의 향상된 SNR(Signal to Noise Ratio)을 얻을 수 있습니다.

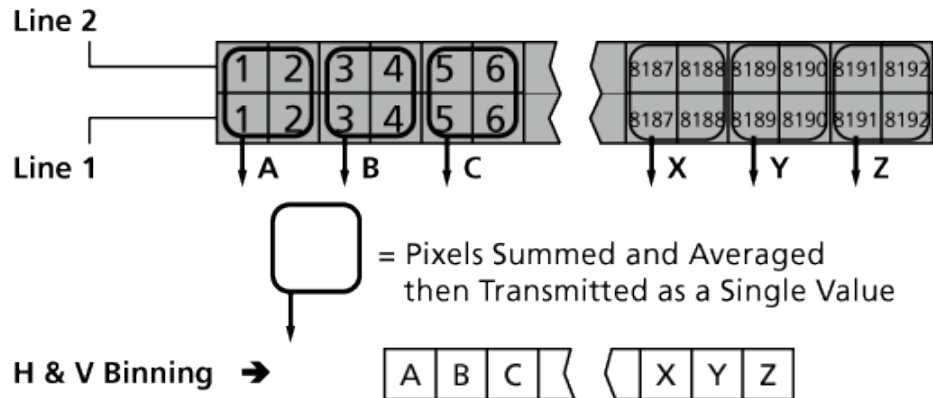


Figure 9-6 H & V Binning

9.2.3.4 Vertical Binning vs. Dual Line

Vertical Binning 및 Dual Line 모드는 두 수직 픽셀 값을 더한 다음 평균 값을 전송하는 방식이 유사합니다. 하지만, Vertical Binning 모드에서는 두 픽셀의 노출을 동시에 진행하고 평균 값을 구해서 전송하지만, Dual Line 모드에서는 하나의 라인에서 1 라인 전송 시간(1 Line Transfer Time)만큼 지연된 후 노출을 진행하고 다른 라인의 픽셀 값과 더한 후 평균 값을 구해서 전송합니다. 이로 인해, Vertical Binning 을 사용하여 획득한 영상에서는 하나의 라인 영상과 다른 라인의 영상이 중첩되어 수직 방향으로 MTF(Modulation Transfer Function) 저하가 발생합니다. 하지만, Dual Line 을 사용하면 촬영 물체와 동기된 영상을 획득하기 때문에 MTF 저하가 없고, 선명한 영상을 획득할 수 있습니다.

9.3 Trigger Mode

카메라의 트리거 모드는 트리거 입력과의 동기 여부에 따라 크게 트리거 동기 모드와 트리거 비동기 모드(이하 Free-Run 모드)로 구분됩니다. 트리거 동기 모드는 External Sync 모드와 External Sync Converter 모드로 나뉩니다.

9.3.1 Free-Run

Free-Run 모드에서는 외부 영상 획득 트리거가 필요하지 않습니다. 카메라 내부에서 Line Period와 Exposure Time 설정에 따라서 트리거 신호를 생성합니다. Free-Run 모드에서는 라인에 대한 노출과 전송을 계속해서 진행하고, Line Period 설정에 따라서 카메라의 Line Rate가 다음과 같이 결정됩니다.

$$\text{Line Rate (Hz)} = \frac{1}{\text{Line Period}}$$

다음 그림과 같이 내부 트리거 신호가 하강하면 라인 영상 획득을 시작합니다. 내부 트리거 신호가 High 상태일 때, 픽셀은 노출을 진행하고 전하가 축적됩니다. 그런 다음, 다음 그림과 같이 내부 트리거 신호가 하강할 때, 픽셀 값을 센서에서 readout 합니다. Exposure Time 설정('set' 명령)에 따라서 내부 트리거 신호의 High 상태를 얼마나 유지할지, 즉 노출 시간을 결정합니다. 노출 시간은 최소 2 μs 에서 최대 Line Period까지 설정할 수 있습니다. 노출 시간은 Line Period 설정으로 인해 제한될 수 있으므로, 노출 시간을 늘리려면 Line Period를 먼저 늘려야 할 수도 있습니다.

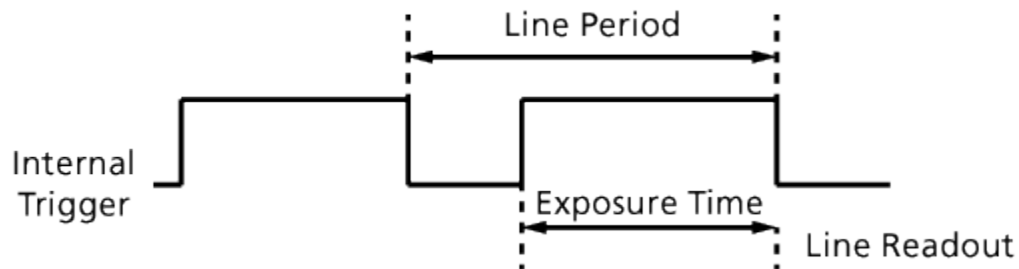


Figure 9-7 Free-Run Mode

9.3.2 External Sync

External Sync 모드에서는 Line Rate 와 노출 시간을 외부에서 공급하는 트리거 신호를 사용해서 조절합니다.

일반적으로 외부 트리거 신호는 카메라의 컨트롤 입력 단자(External)에 적절한 전기 신호를 공급하거나, Camera Link 케이블을 통해서 Frame Grabber(CC1 Port)에서 공급할 수 있습니다.

카메라를 External Sync 모드에서 운용할 경우, 외부 트리거 신호의 주기가 카메라의 Line Rate 를 다음과 같이 결정합니다.

$$\text{Line Rate (Hz)} = \frac{1}{\text{External Trigger Period}}$$

외부 트리거 신호를 사용하여 카메라를 작동할 때 Program, Pulse Width 및 Edge 의 세 가지 모드를 사용하여 노출 시간을 제어할 수 있습니다. 또한, 카메라에 공급할 외부 트리거 신호의 Source 와 Polarity 를 설정할 수 있습니다.

- **Source:** 외부 트리거 신호의 입력 포트를 **CC1** 또는 **External** 중에서 선택합니다.
- **Polarity:** 외부 트리거 신호의 극성을 **Active High** 또는 **Active Low** 중에서 선택합니다.

다음에서 설명하는 세 가지 모드에서는 **Polarity** 를 **Active High** 로 설정했다고 가정합니다.

9.3.2.1 External Sync Program

Exposure 를 **Program** 으로 선택하면 외부 트리거 신호가 상승할 때 라인 영상 획득을 시작합니다. 외부 트리거 신호가 상승할 때 노출을 시작하고 **Exposure Time** 에 설정한 시간만큼 노출을 진행합니다. 설정한 노출 시간을 완료하면 센서에서 픽셀 값을 readout 합니다.

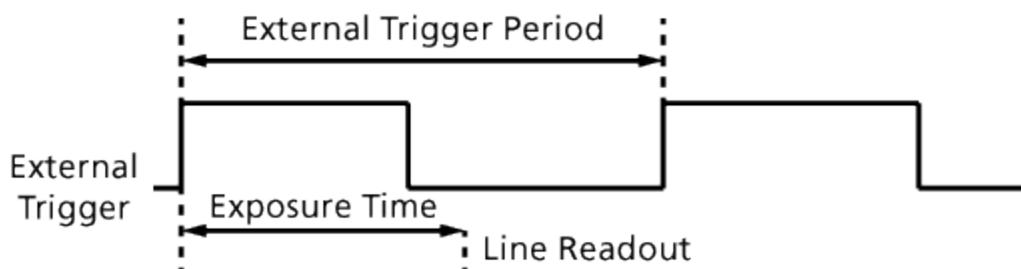


Figure 9-8 External Sync Program Mode

9.3.2.2 External Sync Pulse Width

Exposure 를 **Pulse Width** 로 선택하면 외부 트리거 신호가 상승할 때 라인 영상 획득을 시작합니다. 노출 시간은 외부 트리거의 상승 시점과 하강 시점 사이의 시간으로 결정됩니다. 센서의 픽셀은 외부 트리거 신호가 High 상태일 때만 노출을 진행합니다. 그런 다음, 아래 그림에서와 같이 외부 트리거 신호가 하강할 때 센서에서 픽셀 값을 readout 합니다.

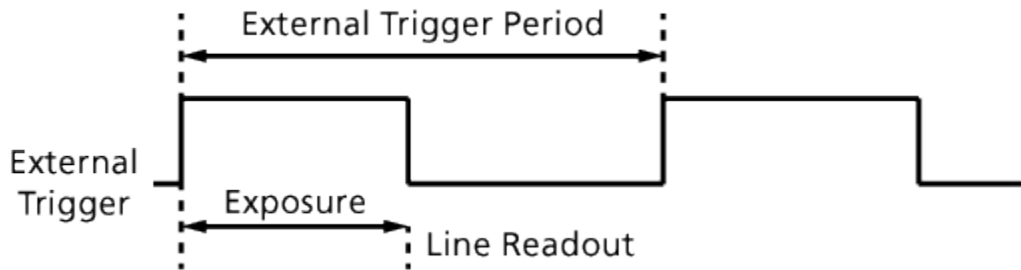


Figure 9-9 External Sync Pulse Width Mode

9.3.2.3 External Sync Edge

Exposure 를 **Edge** 로 선택하면 외부 트리거 신호가 상승할 때 라인 영상 획득을 시작합니다. 외부 트리거 신호의 전체 주기(상승 → 상승) 동안 픽셀은 노출을 진행하고 전하를 축적합니다. 그런 다음, 아래 그림에서와 같이 외부 트리거 신호가 상승할 때 센서의 픽셀 값을 readout 합니다.

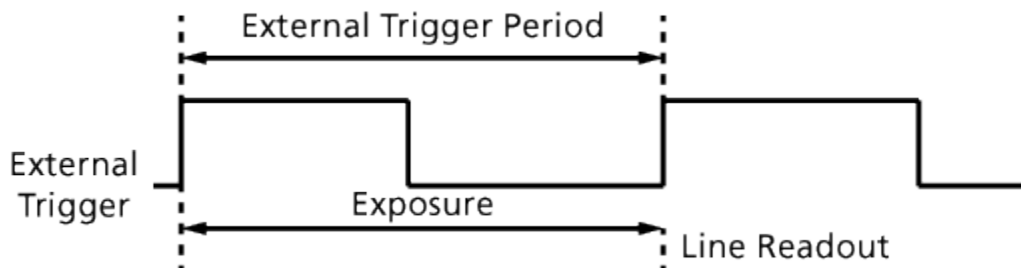


Figure 9-10 External Sync Edge Mode

9.3.3 External Sync Converter

External Sync Converter 모드는 External Sync 모드와 유사하지만 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 External Sync Converter 모드에서 사용자가 카메라에 입력된 트리거 신호의 주기를 다음과 같이 조절할 수 있습니다.

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

Frequency Rate(Trigger Converter Ratio)는 'stc' 명령을 사용하여 설정할 수 있고, 설정 범위는 0.02 부터 100.00 까지 0.01 단위로 설정할 수 있습니다.

External Sync Converter 모드에서는 **Program** 및 **Edge** 두 가지 모드를 사용하여 노출 시간을 제어할 수 있습니다.

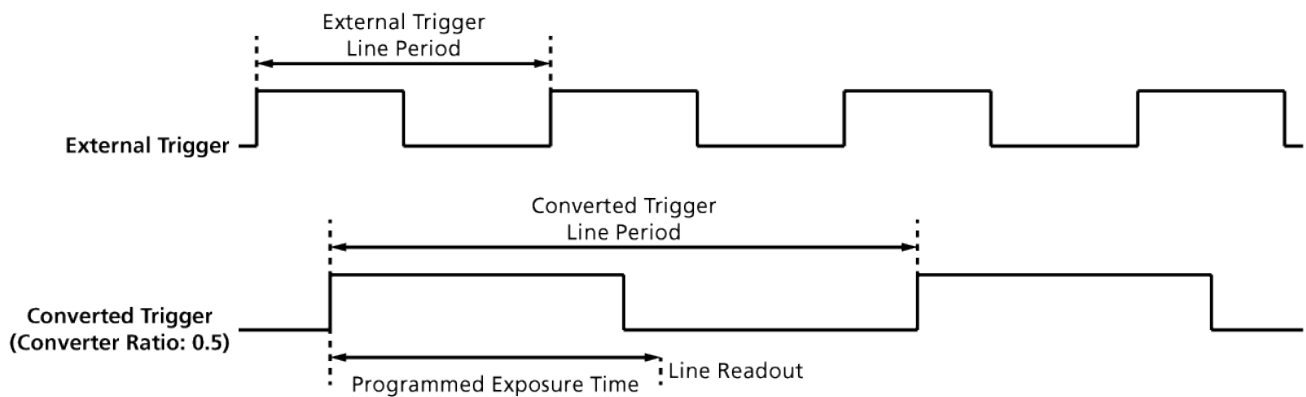


Figure 9-11 External Sync Converter

9.4 Camera Link Output

VL series 는 2 Tap, 4 Tap, 8 Tap 또는 10 Tap Camera Link 출력 모드를 지원합니다. Tap 개수는 Camera Link Pixel Clock 의 사이클당 출력되는 픽셀 데이터 수를 나타내며, 이에 따라 Line Rate 가 달라집니다. Line 데이터는 아래 그림과 같이 Interleaved 방식으로 출력됩니다. 이 기능은 'scl' 명령을 사용하여 설정할 수 있습니다.

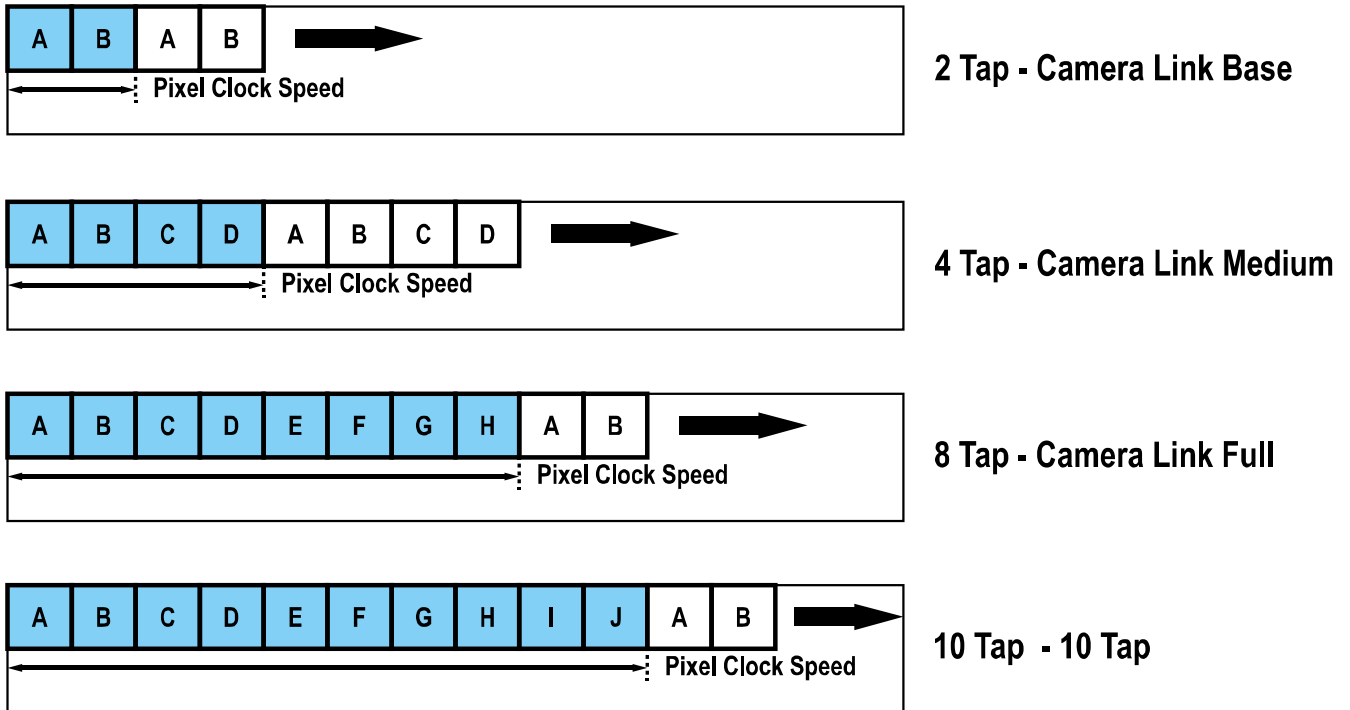


Figure 9-12 Camera Link Output Mode

9.5 Data Bit

카메라는 내부적으로 12 bit 단위로 데이터를 처리합니다. Data Bit 파라미터를 사용하여 카메라에서 전송하는 데이터의 pixel format(8 bit, 10 bit 또는 12 bit)을 결정할 수 있습니다. 카메라에서 8 bit 또는 10 bit 로 출력하도록 설정하면 원본 데이터에서 하위 4 bit 또는 2 bit 는 버려집니다. Camera Link 출력 모드 중 2 Tap 및 4 Tap 모드에서는 8, 10, 12 bit 모두 선택할 수 있지만, 8 Tap 과 10 Tap 모드에서는 8 bit 만 선택할 수 있습니다.

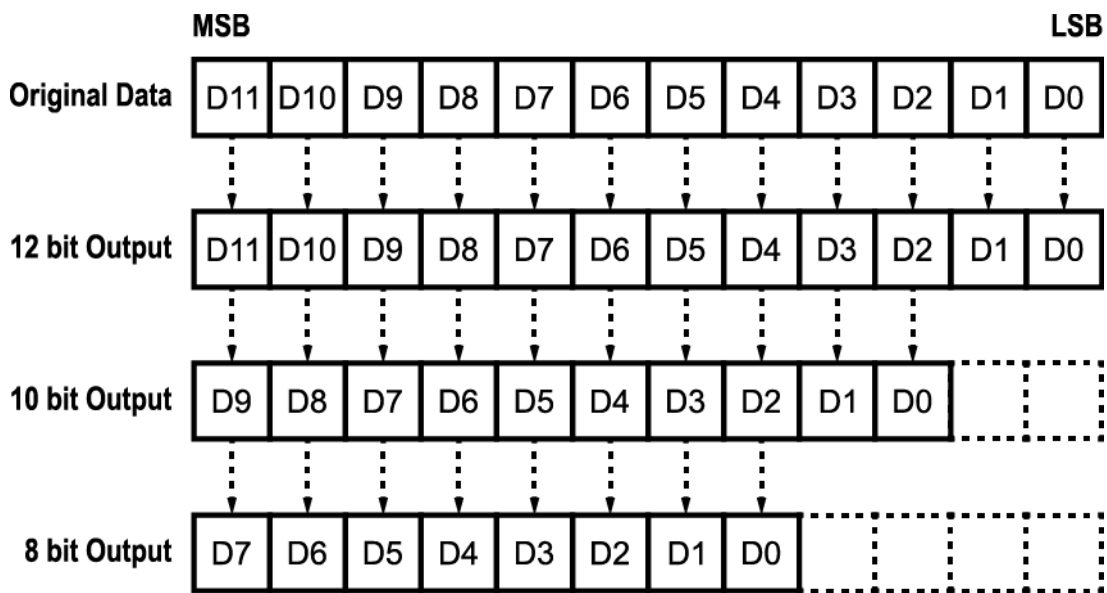


Figure 9-13 Data Format

9.6 Gain 및 Offset

VL series 는 Gain 및 Offset 을 조절할 수 있는 기능을 제공합니다. Gain 은 'sdg' 명령을 사용하여 $\times 1.00 - \times 32.00$ 까지 설정할 수 있습니다. Offset 은 'sdo' 명령을 사용하여 Data Bit 12 bit 모드에서 0 - 2048 까지 설정할 수 있습니다. 자세한 설정 방법은 [9 장 Camera Configuration](#) 을 참조하십시오.

9.7 Test Image

카메라의 정상적인 작동 여부를 확인하기 위해 이미지 센서로부터 나오는 영상 데이터 대신 카메라 내부에서 생성한 테스트 이미지를 출력하도록 설정할 수 있습니다. 테스트 이미지는 모두 세 가지가 있으며, 각각 가로 방향으로 값이 다른 이미지(Test Image 1), 대각 방향으로 값이 다른 이미지(Test Image 2) 및 대각 방향으로 값이 다르고 움직이는 이미지(Test Image 3)입니다. 테스트 이미지는 카메라의 모든 작동 모드에서 적용 가능하고, 'sti' 명령을 사용하여 설정할 수 있습니다.

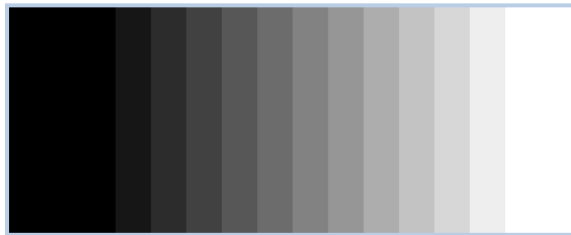


Figure 9-14 Test Image 1

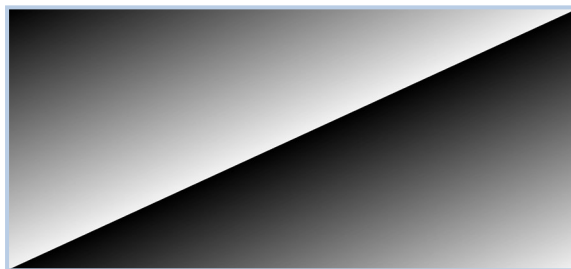


Figure 9-15 Test Image 2



Figure 9-16 Test Image 3

9.8 Dark Signal Non-uniformity Correction

이론적으로 완전히 어두운 환경에서 라인 스캔 카메라로 영상을 획득하면 영상의 모든 픽셀 값은 거의 '0(zero)'이거나 모두 같아야 합니다. 하지만 센서 내 각 픽셀의 작은 성능 차이로 인해 실제로 어두운 환경에서 영상을 획득하면 카메라에서 출력되는 각 픽셀 값은 다를 수 있습니다. 이러한 차이를 DSNU(Dark Signal Non-Uniformity)라고 하고, DSNU Correction 기능을 사용하면 이러한 차이를 보정할 수 있습니다. VL series 는 DSNU 보정 값을 Flash 메모리에 저장하고 있습니다. 이 보정 값은 출하 단계에서 생성되어 입력되고, 사용자가 변경하기 전까지 기본적으로 이 값을 사용합니다.

9.8.1 사용자 DSNU 보정 값 생성 및 저장

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



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. 따라서, 영상 센서의 전체 길이를 사용하도록 ROI 를 설정하는 것이 좋습니다.
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. Configurator 에서 **Generate** 버튼('gdd' 명령)을 클릭하여 DSNU 보정 값을 생성합니다.
5. DSNU 보정 값을 생성하려면 카메라는 최소 1024 번의 라인 영상을 획득해야 합니다.
6. 라인 영상 획득을 완료하면, 생성한 DSNU 보정 값은 활성화되고, 카메라의 휘발성 메모리에 저장됩니다.
7. 생성한 DSNU 보정 값을 카메라의 Flash(비휘발성) 메모리에 저장하려면 **Save to Flash** 버튼('ssd' 명령)을 클릭합니다. 메모리 내의 기존 값은 덮어쓰게 됩니다.
생성한 DSNU 보정 값을 무시하고, Flash 메모리에 있는 기존 값을 불러오려면 **Load from Flash** 버튼('ldd' 명령)을 클릭합니다.

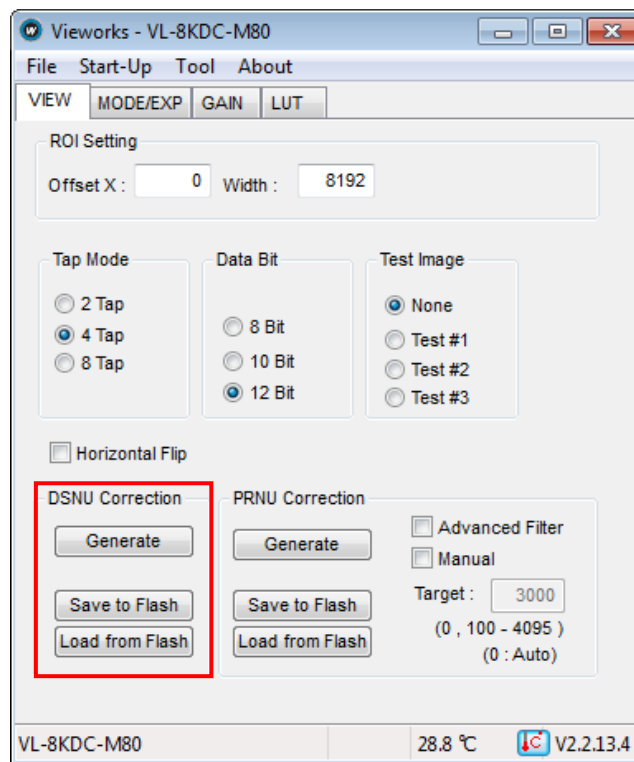


Figure 9-17 DSNU Correction

9.9 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, PRNU Correction 기능을 사용하면 이러한 차이를 보정할 수 있습니다. VL series 는 PRNU 보정 값을 Flash 메모리에 저장하고 있습니다. 이 보정 값은 출하 단계에서 생성되어 입력되고, 사용자가 변경하기 전까지 기본적으로 이 값을 사용합니다.

9.9.1 사용자 PRNU 보정 값 생성 및 저장

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



- 렌즈 및 조명을 교체하거나 카메라의 노출 모드 또는 노출 시간을 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. 따라서, 영상 센서의 전체 길이를 사용하도록 ROI 를 설정하는 것이 좋습니다.
2. 흰색 균일한 대상을 카메라의 관측 시야 내에 놓습니다. 실제 사용 환경에 맞게 렌즈, 조명, 노출 모드 및 노출 시간 등을 조절합니다. 이때, 영상의 디지털 출력 레벨이 200 – 3000(Data Bit: 12bit, Gain: 1.00) 사이의 값이 되도록 하는 것이 좋습니다.
3. 카메라를 Free-Run 모드로 설정하거나 외부 트리거 신호를 적절히 공급하여 라인 영상 획득을 시작합니다.

4. Configurator 에서 Advanced Filter 의 사용 여부와 Target Level 을 지정합니다.
 - 스크래치나 먼지로 인해 영상이 균일하지 않을 경우 **Advanced Filter** 선택 상자를 선택하면 영상에서 스크래치 등으로 인한 높은 주파수 성분이 제거된 보정 값을 생성합니다.
 - Target Level 을 자동으로 지정하려면 **Manual** 선택 상자를 선택 해제하거나, **Manual** 선택 상자를 선택하고 '0'을 입력합니다.
 - Target Level 을 수동으로 지정하려면 **Manual** 선택 상자를 선택하고 100 – 4095 사이에서 원하는 값을 입력('gpd <target level value>' 명령)합니다.
 - Firmware 1.1.12 버전부터는 **Manual** 선택 상자를 선택하면 PRNU Target Range 가 다음과 같이 Pixel format 에 맞춰 조정됩니다.
 - 8bit : up to 255
 - 10bit : up to 1023
 - 12bit : up to 4095
5. Configurator 에서 **Generate** 버튼('gpd' 명령)을 클릭하여 PRNU 보정 값을 생성합니다.
6. PRNU 보정 값을 생성하려면 최소 1024 번의 라인 영상을 획득해야 합니다.

7. 라인 영상 획득을 완료하면, 생성한 PRNU 보정 값은 활성화되고, 카메라의 휘발성 메모리에 저장됩니다.
8. 생성한 PRNU 보정 값을 카메라의 Flash(비휘발성) 메모리에 저장하려면 **Save to Flash** 버튼('spd' 명령)을 클릭합니다. 메모리 내의 기존 값은 덮어쓰게 됩니다.
생성한 PRNU 보정 값을 무시하고, Flash 메모리에 있는 기존 값을 불러오려면 **Load from Flash** 버튼('lpd' 명령)을 클릭합니다.

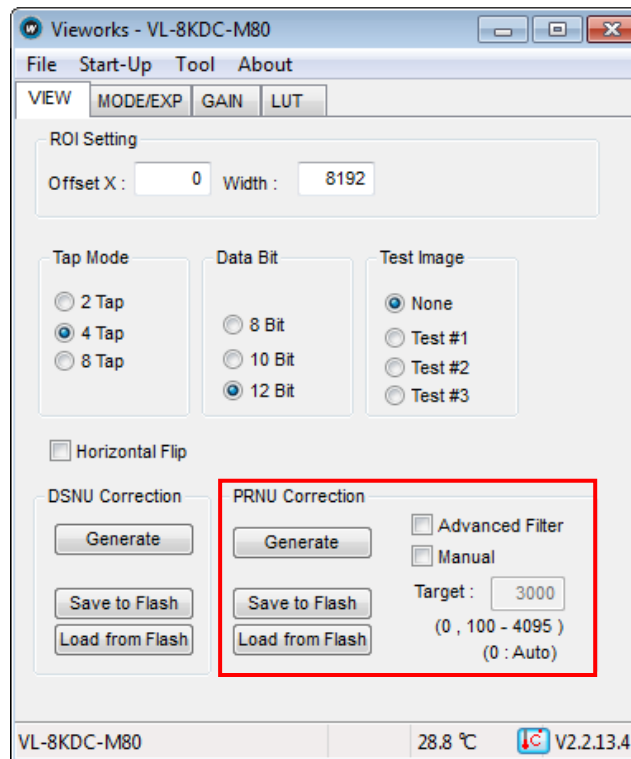


Figure 9-18 PRNU Correction

9.10 Temperature Monitor

카메라에는 내부 온도를 모니터하기 위한 센서 칩이 내장되어 있어서 실시간으로 온도를 확인할 수 있습니다. 'gct' 명령을 사용하여 카메라 내부 온도를 확인할 수 있습니다.

9.11 Status LED

카메라 후면에는 카메라의 작동 상태를 알려주기 위한 녹색 LED가 있습니다. LED의 상태와 그에 해당하는 카메라 상태는 다음과 같습니다.

Status LED	Descriptions
지속적인 ON 상태	카메라가 Free-Run 모드로 작동 중임
0.5 초 ON, 0.5 초 OFF 반복	카메라가 Trigger 모드로 작동 중임
1 초 ON, 1 초 OFF 반복	Test Image 가 출력되고 있음
0.25 초 ON, 0.25 초 OFF 반복	Trigger Mode 에서 Test Image 가 출력되고 있음

Table 9.1 Status LED 설명

9.12 Horizontal Flip

영상의 가운데 중심 축을 기준으로 영상의 좌우를 뒤집는 기능입니다. 이 기능은 Test Image 모드를 제외한 카메라의 모든 작동 모드에서 적용 가능하고, 'shf' 명령을 사용하여 사용 여부를 설정합니다.



Figure 9-19 원본 영상



Figure 9-20 Horizontal Flip된 영상

9.13 Strobe Out

카메라는 Strobe Out 출력 신호를 제공합니다. Strobe Out 신호는 다음 그림과 같이 노출 시간이 시작되면 상승하고 노출 시간이 종료되면 하강합니다. 이 신호는 플래시의 트리거로 사용할 수도 있고, Strobe Out 신호를 관찰하여 노출이 언제 진행되는지 확인할 수 있습니다.

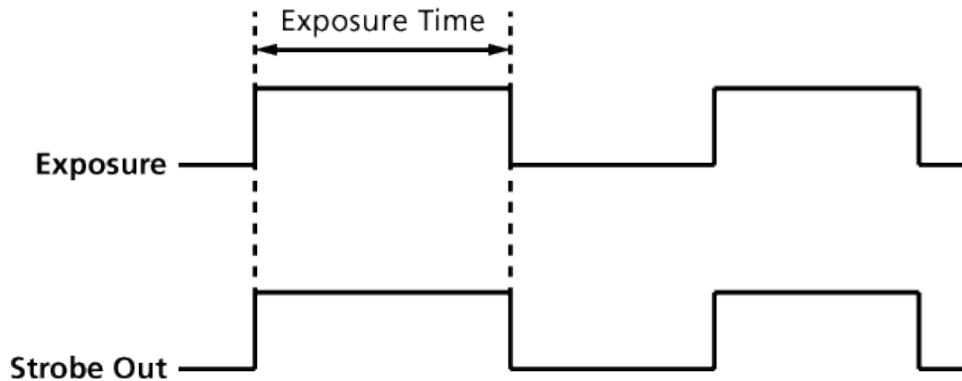


Figure 9-21 Strobe Out Signal

9.14 Field Upgrade

카메라는 필드에서 카메라를 분해하지 않고 Camera Link 의 RS-644 인터페이스를 통해 Firmware 와 FPGA 로직을 업그레이드하는 기능을 제공합니다. 자세한 내용은 [Appendix B](#) 를 참조하십시오.

10 Camera Configuration

10.1 설정 명령

카메라의 모든 설정은 Camera Link 의 RS-644 시리얼 인터페이스를 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

대량의 데이터 전송을 필요로 하는 명령 중 Firmware Download 이외의 모든 카메라 설정 명령은 ASCII 명령 형태로 전달됩니다. 모든 카메라 설정 명령은 사용자 애플리케이션으로부터 시작하고 카메라는 명령에 대한 응답("OK", "Error" 또는 정보)을 반환합니다. 쓰기 명령의 경우 카메라는 응답을 통해 명령 수행 완료 여부를 알려주고, 읽기 명령의 경우에는 에러 응답 또는 정보를 반환합니다.

명령어 포맷:

```
<명령어> <파라미터1> <파라미터2> <cr>
```

명령어 뒤에는 0~2개의 파라미터가 뒤따른다.

응답:

쓰기 명령 수행이 정상적으로 완료된 경우

```
OK <cr> <lf>
```

쓰기 명령 예)

In response to a "set 100" command the camera will return (in hex value)

```
Command : 73 65 74 20 31 30 30 0D
```

```
set 100<cr>
```

```
Response : 73 65 74 20 31 30 30 0D 0A 4F 4B 0D 0A 3E
```

```
set 100<cr><lf> OK<cr><lf> >
```

```
Echo result prompt
```

읽기 명령 수행이 정상적으로 완료된 경우
 <파라미터1> <cr> <lf>

읽기 명령 예)

In response to a "get" command the camera will return (in hex value)

```
Command      : 67 65 74 0D
              get <cr>
Response     : 67 65 74 0D 0A 31 30 30 0D 0A 3E
              get<cr><lf>    100<cr><lf>    >
Echo         response      prompt
```

명령 수행이 완료되지 못한 경우
 Error : <에러코드> <cr> <lf>

Prompt:
 응답 메시지 뒤에 항상 프롬프트 ('\>')가 뒤따른다.

에러코드의 종류

0x80000481 : 파라미터의 값이 유효하지 않음
 0x80000482 : 파라미터의 개수가 일치하지 않음
 0x80000484 : 존재하지 않는 명령어임
 0x80000486 : 실행 권한이 없음

10.2 User Set Control

VL series 는 카메라 설정을 저장할 수 있는 세 개의 저장 영역(Flash)과 실제 카메라 작동에 사용되는 한 개의 작업 영역(RAM)을 제공합니다. 세 개의 저장 영역은 각각 공장 출하 시 기본값을 저장하는 Factory 영역(Factory Setting)과 사용자가 임의로 설정한 파라미터 값을 저장할 수 있는 두 개의 사용자 영역(User 1 Setting 및 User 2 Setting)이 있습니다.

현재 카메라 설정 값을 사용자 영역에 저장하거나 사용자 영역에 저장된 카메라 설정 값을 카메라의 작업 영역으로 불러올 수 있습니다. Factory 영역에 저장된 카메라 설정 값은 카메라의 작업 영역으로 불러올 수는 있지만 설정 값을 변경할 수는 없습니다.

카메라는 기본적으로 Factory Setting 값을 작업 영역으로 불러오도록 설정되어 있습니다. Configuration Initialization 값을 변경하여 카메라의 전원을 껐다 켜거나 reset 한 후 불러올 카메라 설정 값을 변경할 수 있습니다. 작업 영역에 저장된 설정 값을 전원을 껐다 켜거나 reset 한 후에도 사용하려면 사용자 영역에 저장해야 합니다.

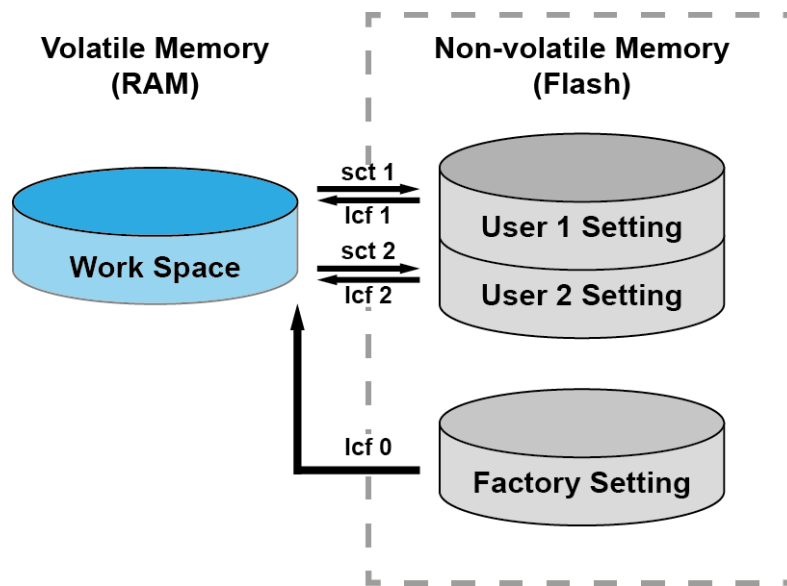


Figure 10-1 User Set Control

10.3 Command List

Command	Syntax	Return Value	Description
Help	h	String	Displays a list of all commands
Set Image Offset Get Image Offset	sio n gio	OK n	n: Starting point of ROI
Set Image Width Get Image Width	siw n giw	OK n	n: Image width of ROI
Set Line Period Get Line Period	slr f glr	OK f	f: Line period (μ s) <Float> (Setting range: Refer to Line Period in the Specification.)
Set Exposure Time Get Exposure Time	set f get	OK f	f: Exposure time (μ s) <Float> (Setting range: 2.00 ~ 10,000.00 μ s)
Set Test Image Get Test Image	sti 0 1 2 3 gti	OK 0 1 2 3	0: Off 1/2: Fixed pattern image 3: Moving pattern image
Set Data Bit Get Data Bit	sdb 8 10 12 gdb	OK 8 10 12	8: 8 bit output 10: 10 bit output 12: 12 bit output
Set Camera-Link Mode Get Camera-Link Mode	scl 0 1 2 3 gcl	OK 0 1 2 3	0: 2 Tap Base 1: 4 Tap Medium 2: 8 Tap Full 3: 10 Tap (VL-16K3.5C only)
Set Camera Link Clock Speed Get Camera Link Clock Speed	sccs 0 1 2 3 gccs	OK 0 1 2 3	0: 50 Mhz 1: 60 Mhz 2: 70 Mhz 3: 85 Mhz
Set Horizontal Flip Get Horizontal Flip	shf 0 1 ghf	OK 0 1	0: Off 1: Enable the horizontal flip

Table 10.1 Command List #1

Command	Syntax	Return Value	Description
Set Digital Gain	sdg f	OK	f: Digital gain parameter <Float>
Get Digital Gain	gdg	f	(Setting range: 0.0 ~ 32.0)
Set Digital Offset	sdo n	OK	n: Digital offset parameter
Get Digital Offset	gdo	n	(Setting range: 0 ~ 2048)
Set Trigger Mode	stm 0 1 2	OK	0: Free-Run mode
Get Trigger Mode	gtm	0 1 2	1: External Sync mode 2: External Sync Converter mode
Set Exposure Source	ses 0 1 2	OK	0: Program exposure (by camera)
Get Exposure Source	ges	0 1 2	1: Pulse width (by external trigger signal) 2: Edge (by external trigger signal)
Set Trigger Source	sts 1 2	OK	1: CC1 port input (Camera Link)
Get Trigger Source	gts	1 2	2: External input (Control Receptacle)
Set Trigger Polarity	stp 0 1	OK	0: Active low
Get Trigger Polarity	gtp	0 1	1: Active high
Set Trigger Converter	stc f	OK	f: Trigger converter ratio <Float>
Get Trigger Converter	gtc	f	(Setting rate: 0.10 ~ 100.00)
Set Image Mode	sim 0 1 2 3 4	OK	0: Single line (Low Sensitivity)
Get Image Mode	gim	0 1 2 3 4	1: Dual line (High Sensitivity) 2: Horizontal binning 3: Vertical binning 4: 2 × 2 binning
Generate DSNU Data	gdd	OK	Operate DSNU data generator
Save DSNU Data	sdd	OK	Save DSNU data
Load DSNU Data	ldd	OK	Load DSNU data
Generate PRNU Data	gpd n	OK	Operate PRNU data generator n: Target level (Setting range: 0<Auto>, 100 ~ 4095)
Save PRNU Data	spd	OK	Save PRNU data
Load PRNU Data	lpd	OK	Load PRNU data

Table 10.2 Command List #2

Command	Syntax	Return Value	Description
Load Config From	lcf 0 1 2	OK	0: Load from factory setting 1: Load from user 1 setting 2: Load from user 2 setting
Save Config To	sct 1 2	OK	1: Save to user 1 setting 2: Save to user 2 setting
Set Config Initialization Get Config Initialization	sci 0 1 2 gci	OK 0 1 2	0: Load from factory setting when initializing 1: Load from user 1 setting when initializing 2: Load from user 2 setting when initializing
Get MCU Version	gmv	String	Displays MCU version
Get Model Number	gmn	String	Displays model number
Get FPGA Version	gfv	String	Displays FPGA version
Get Serial Number	gsn piece	String	Displays serial number
Get Current Temperature	gct	String	Displays temperature value
Reset	rst	-	Reset camera

Table 10.3 Command List #3

11 Configurator GUI

Configurator 는 VL series 카메라를 컨트롤하기 위해 함께 제공되는 샘플 애플리케이션입니다. Configurator 는 앞 장에서 설명한 명령들을 사용하고, 사용자가 보다 쉽게 카메라를 컨트롤하기 위한 GUI(Graphic User Interface)를 제공합니다.

11.1 Camera Scan

카메라의 전원을 켜 상태에서 프로그램을 실행하면 아래 그림과 같이 Camera Scan 창이 표시됩니다. 이때 프로그램은 컴퓨터의 시리얼 포트와 카메라 링크가 제공하는 DLL 을 체크하여 카메라 연결 여부를 스캔하고 연결된 카메라가 있으면 모델명을 화면에 표시합니다. 화면에 카메라가 제대로 표시되지 않으면 다시 한번 카메라의 전원과 케이블 연결을 확인한 후 **refresh** 버튼을 클릭합니다. 화면에 표시된 모델명을 더블 클릭하면 Configurator 가 실행되면서 연결된 카메라의 현재 설정 값을 표시합니다.

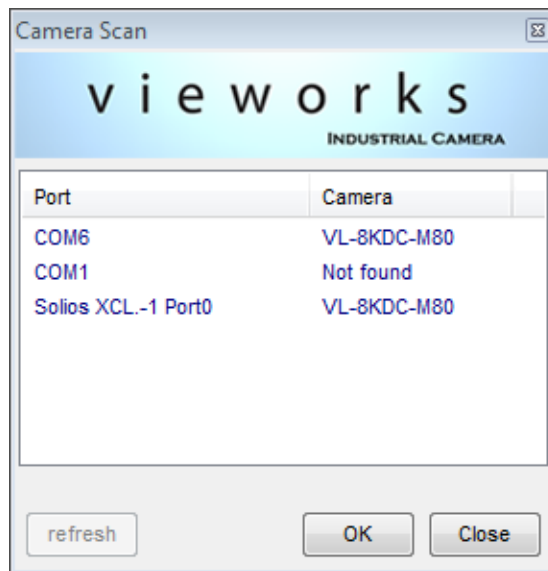


Figure 11-1 Configurator Loading Window

11.2 메뉴

11.2.1 File

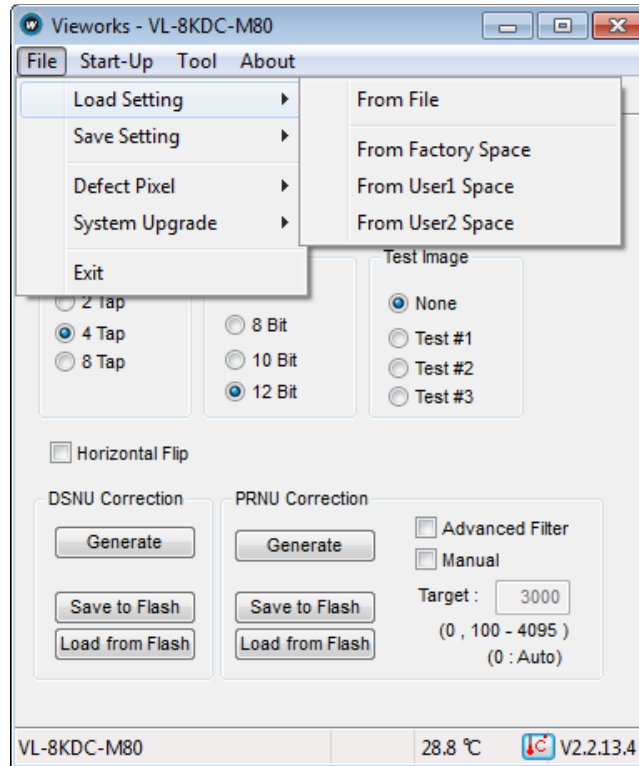


Figure 11-2 File 메뉴

- Load Setting: 카메라의 설정 값을 불러옵니다. 사용자 컴퓨터의 파일 또는 카메라 내부의 설정 값 저장영역(Factory, User1, User2)으로부터 불러올 수 있습니다.
- Save Setting: 카메라의 설정 값을 저장합니다. 사용자 컴퓨터의 파일 또는 카메라 내부의 설정 값 저장영역(User1, User2)에 저장할 수 있습니다.
- Defect Pixel: VL series 에서는 지원하지 않는 기능입니다.
- System Upgrade: MCU 프로그램 또는 FPGA 로직을 업그레이드합니다. 자세한 내용은 [Appendix B](#) 를 참조하십시오.
- Exit: 프로그램을 종료합니다.

11.3 Start-Up

카메라의 전원을 켤 때 설정 값을 불러올 영역을 선택하는 메뉴입니다.

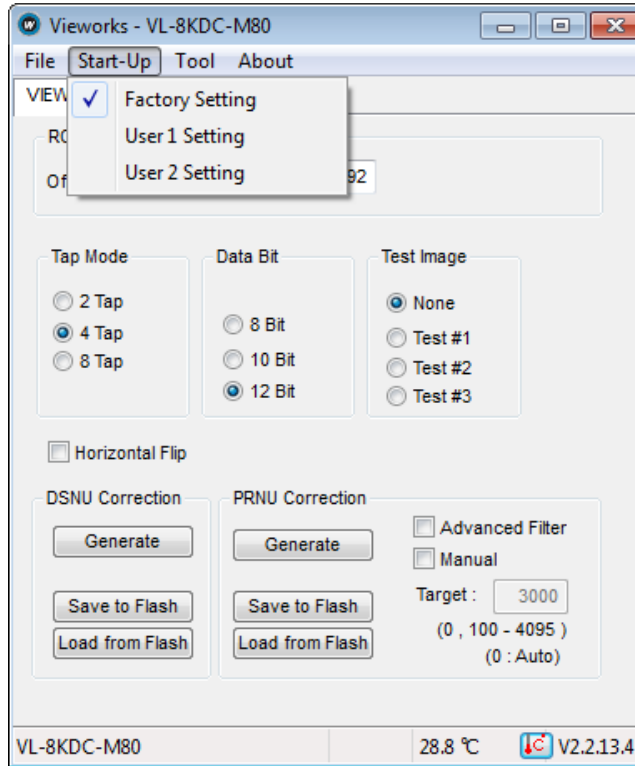


Figure 11-3 Start-Up 메뉴

- Factory Setting: 카메라의 전원이 켜질 때 Factory 영역으로부터 설정 값을 불러옵니다.
- User 1 Setting: 카메라의 전원이 켜질 때 User1 영역으로부터 설정 값을 불러옵니다.
- User 2 Setting: 카메라의 전원이 켜질 때 User2 영역으로부터 설정 값을 불러옵니다.

11.3.1 Tool

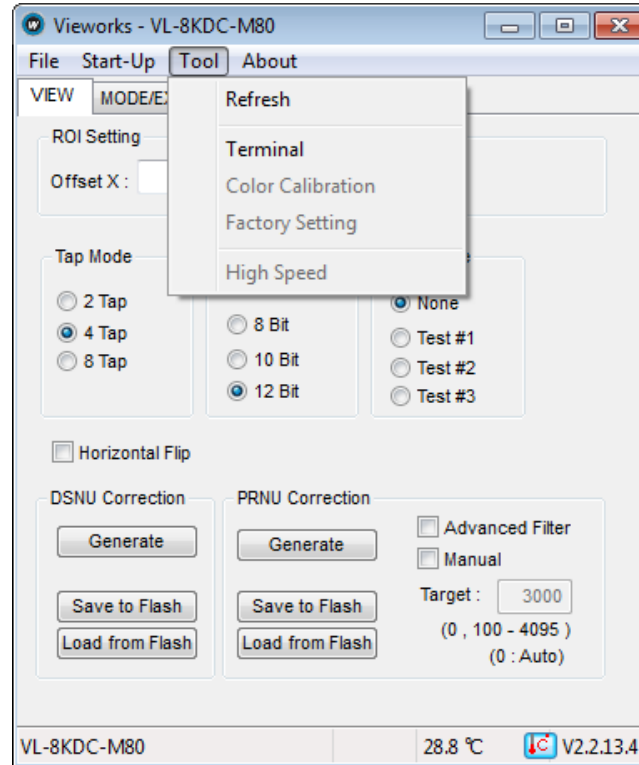


Figure 11-4 Tool 메뉴

- Refresh: 카메라의 현재 설정 값을 다시 읽어서 Configurator 에 표시합니다.
- Terminal: GUI 상의 사용자 명령을 터미널에 표시합니다. 클릭하면 프로그램 하단에 Terminal 창이 표시되고, 다시 클릭하면 Terminal 창이 사라집니다.
- Color calibration: VL series 에서는 지원하지 않는 기능입니다.
- Factory Setting: 일반 사용자에게는 지원되지 않습니다.
- High Speed: VL series 에서는 지원하지 않는 기능입니다.

11.3.2 About

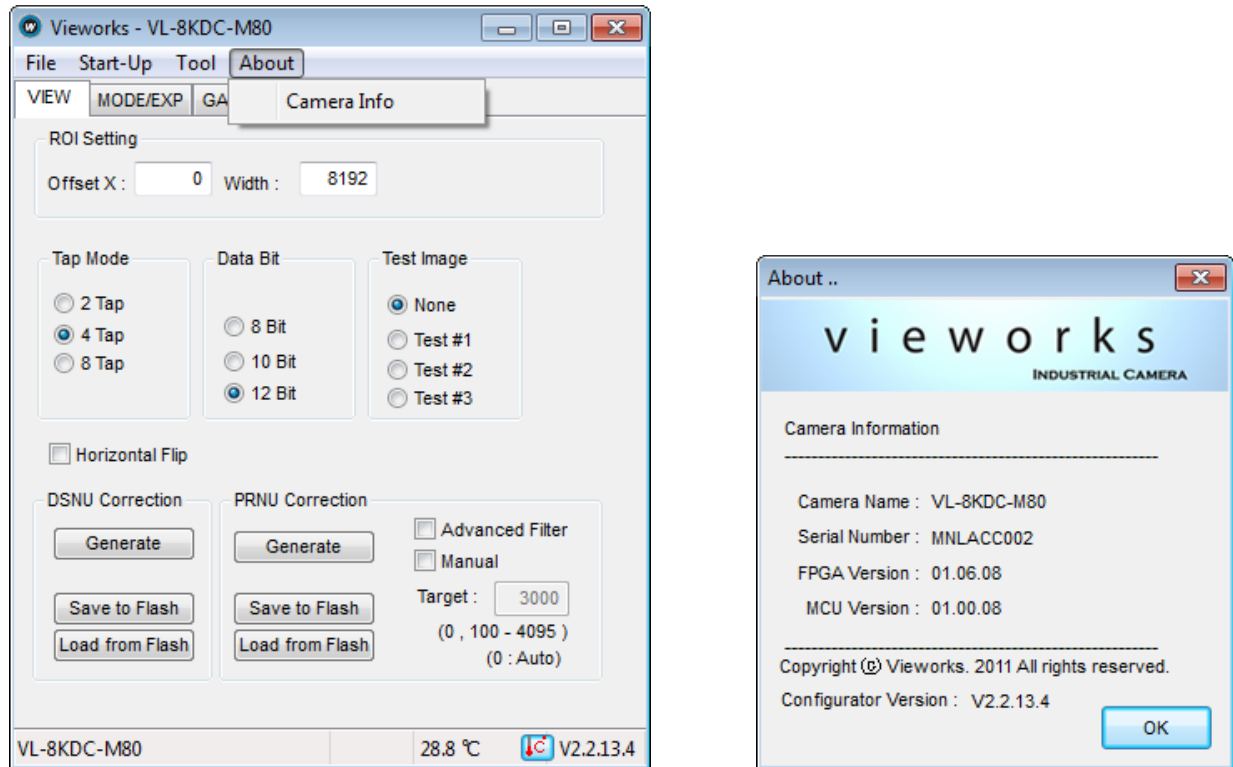


Figure 11-5 About 메뉴

- Camera Info: 카메라 정보(제품명, 시리얼 넘버, 버전 등)를 표시합니다.

11.4 탭

11.4.1 VIEW 탭

카메라의 Region of Interest, 테스트 이미지, Data Bit, Tap 및 Correction 기능을 제어하는 탭입니다.

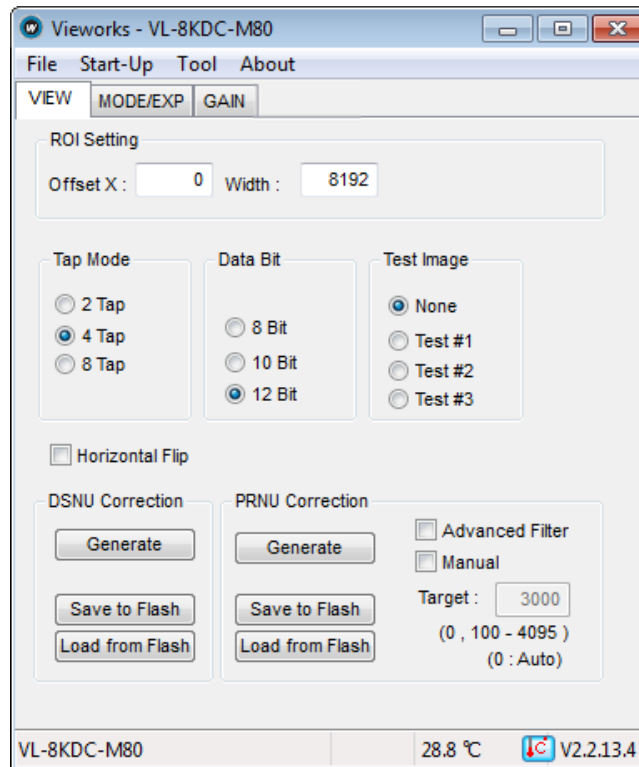


Figure 11-6 VIEW Tab

- ROI Setting: Region of Interest 의 Offset X 와 Width 를 설정합니다.
- Tap Mode: Camera Link 출력 모드를 설정합니다.
- Data Bit: 데이터 출력 폭을 설정합니다.
- Test Image: 테스트 이미지 출력 여부와 종류를 선택합니다.
- Horizontal Flip: Horizontal Flip 기능의 On/Off 를 설정합니다.
- DSNU/PRNU Correction: DSNU 및 PRNU Correction 데이터의 생성, 저장 및 불러오기를 수행합니다.

11.4.2 MODE/EXP 탭

Trigger 모드, 노출 시간 및 이미지 출력 모드 설정을 위한 탭입니다.

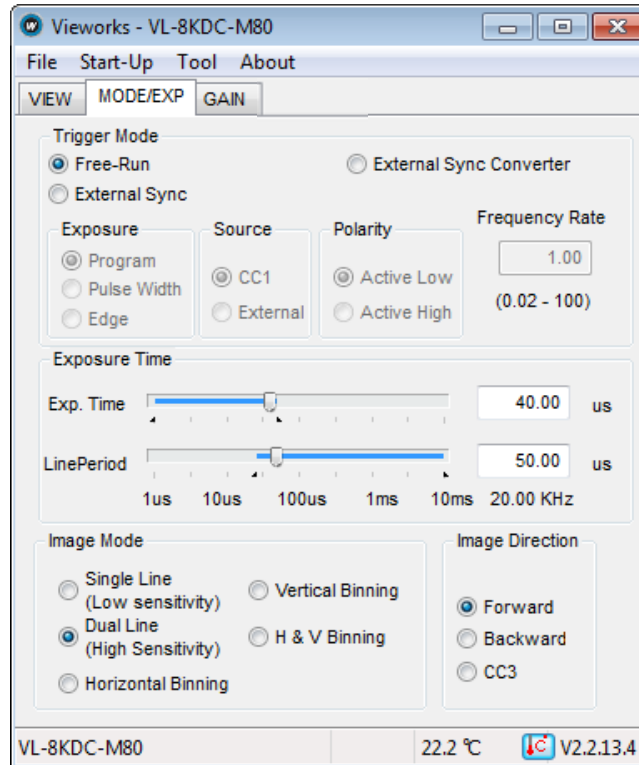


Figure 11-7 MODE/EXP Tab

- Trigger Mode: Trigger 모드를 설정합니다. 모드를 선택함에 따라 관련 선택 영역이 활성화됩니다.
- Exposure: 노출 모드를 선택합니다.
- Source: Trigger 소스를 선택합니다.
- Polarity: Trigger 입력의 극성을 선택합니다.
- Exposure Time/Line Period: **Exposure** 를 **Program** 으로 선택하거나, Free-Run 모드에서 적용할 노출 시간 및 Line Period 를 설정합니다.
- Image Mode: 영상 출력 모드를 선택합니다(VL-8K7C-M80F-2 Only).
- Image Direction: Dual Line 모드에서 영상을 획득할 물체의 이동 방향을 선택합니다. (VL-8K7C-M80F-2 Only)

11.4.3 GAIN 탭

영상의 Gain 및 Offset 설정을 위한 탭입니다. 모든 스크롤 바는 마우스의 휠 스크롤로 조절 가능합니다.

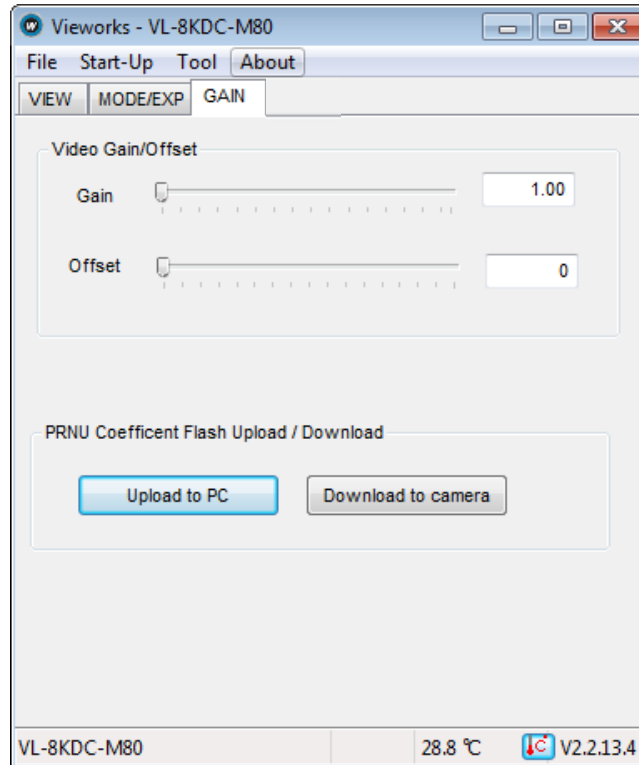


Figure 11-8 GAIN Tab

- Gain: 카메라의 Gain 값을 설정합니다.
- Offset: 카메라의 Offset 값을 설정합니다.
- PRNU Coefficient Flash Upload/Download: 카메라의 Flash 메모리에 저장된 PRNU 데이터를 PC 로 업로드하거나 PC 에 저장된 PRNU 데이터를 카메라로 다운로드합니다.

12 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 Glass 에 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 Frame Grabber 의 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.
 - PC 에 장착된 Frame Grabber 에 카메라가 제대로 연결되어 있는지, 설정이 제대로 되었는지 확인하십시오.

품질보증서

제품명				보증기간
모델명				
구입일자	년	월	일	
보증기간	년	월	일	

고객주소:	성명	
	연락처	
판매처:	성명	
	연락처	

사후 봉사를 받으실 때

사용 설명서를 한 번 더 확인하고 고장이라 판단되면 고장 상태와 제품 정보를 명확히 기록하여 알려주십시오.

고장의 상태나 내용에 따라 유상과 무상으로 구분되며 아래의 고장 원인은 유상으로 처리됩니다.

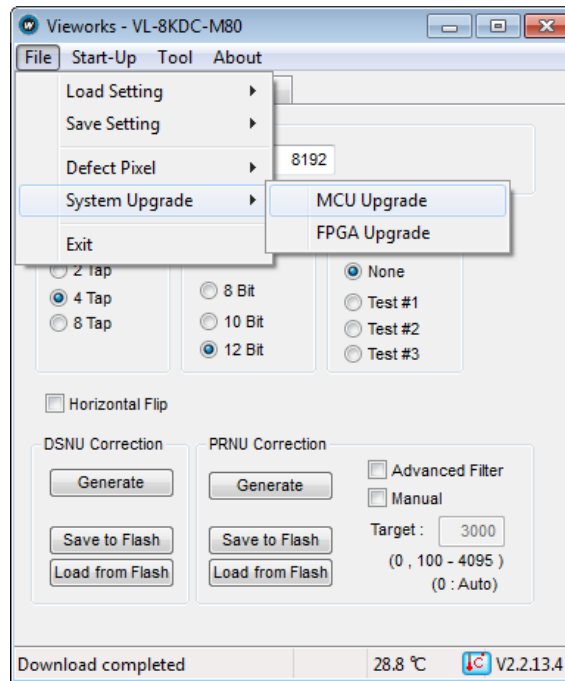
- 사용자 취급 부주의에 의한 고장
- 정격전원 이외의 전원 연결 시
- 사용자 임의로 분해 및 수리한 경우
- 재해에 의한 고장(화재, 침수, 낙뢰 등)

고장내용 기록

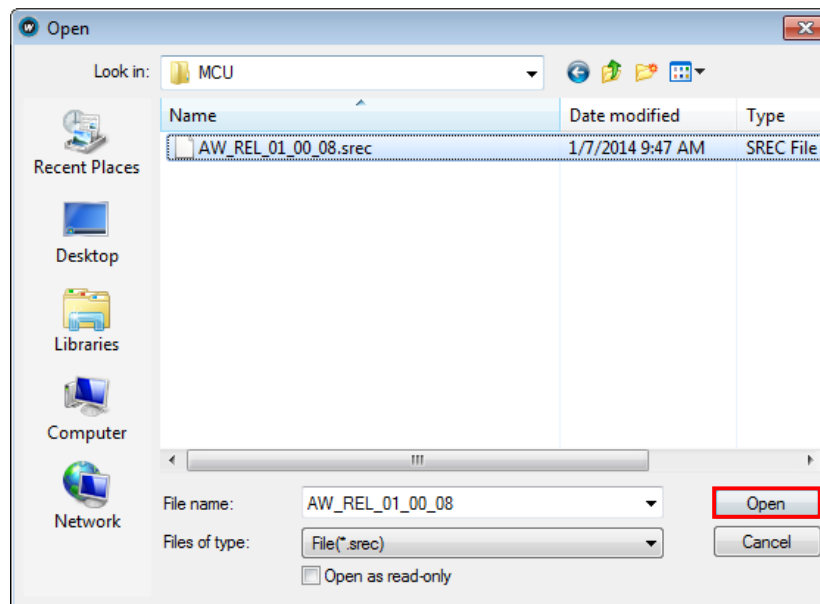
Appendix A Field Upgrade

A.1 MCU

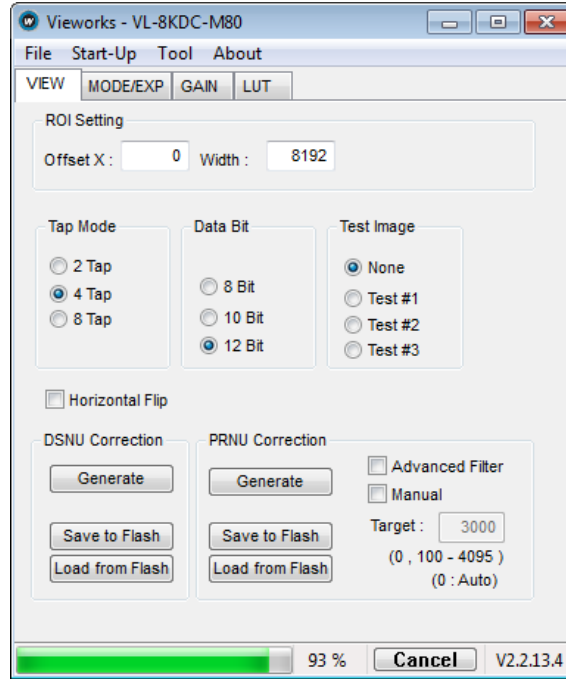
1. Configurator 에서 **File > System Upgrade -> MCU Upgrade** 를 선택합니다.



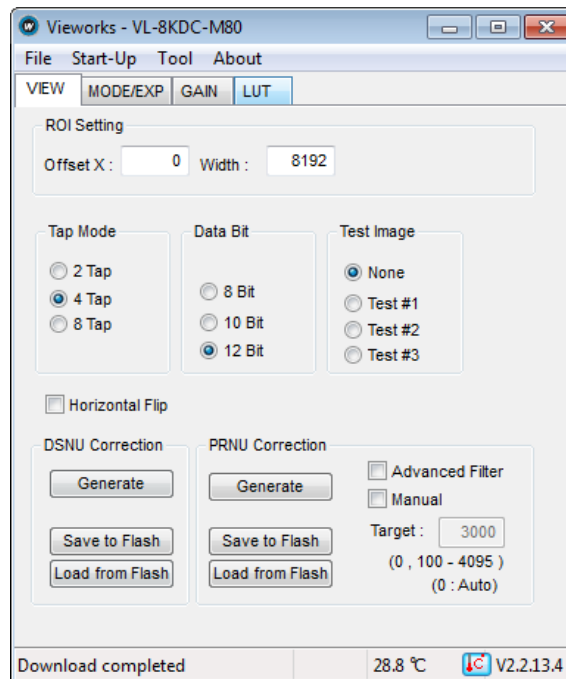
2. 제공된 MCU 업그레이드 파일(*.srec)을 선택한 다음 **열기** 버튼을 누릅니다.



3. 카메라로 MCU 업그레이드 파일의 다운로드가 진행되고 하단에 진행 상황이 표시됩니다. 이때 업그레이드를 취소하려면 **Cancel** 버튼을 누릅니다. 이 과정은 수 분 정도의 시간이 소요됩니다.



4. 다운로드가 완료되면 저장 과정이 진행됩니다. 저장 과정이 진행되는 동안 전원이 공급되지 않으면 카메라를 복구할 수 없으므로 전원 케이블이 분리되지 않도록 주의하십시오.

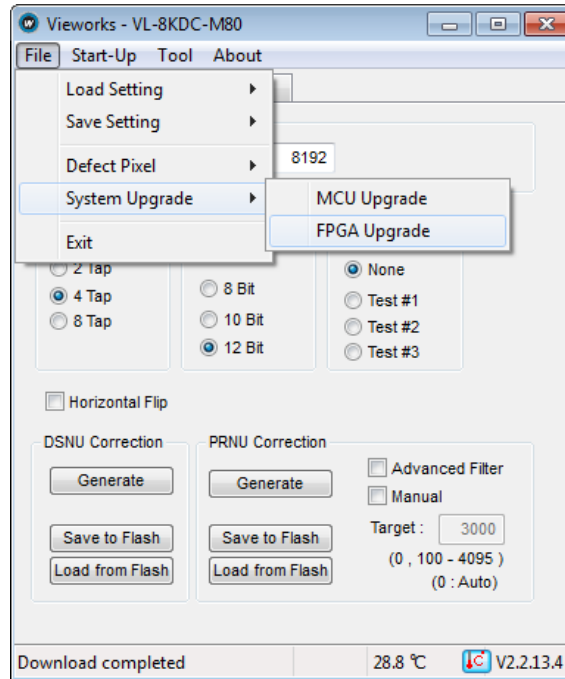


5. 모든 과정이 완료되면 전원을 껐다 켜 후 **Tool > Terminal** 을 선택하고 'gmv' 명령을 입력해서 버전을 확인합니다. 또한, **About > Camera Info** 를 선택해서 MCU 버전을 확인할 수도 있습니다.

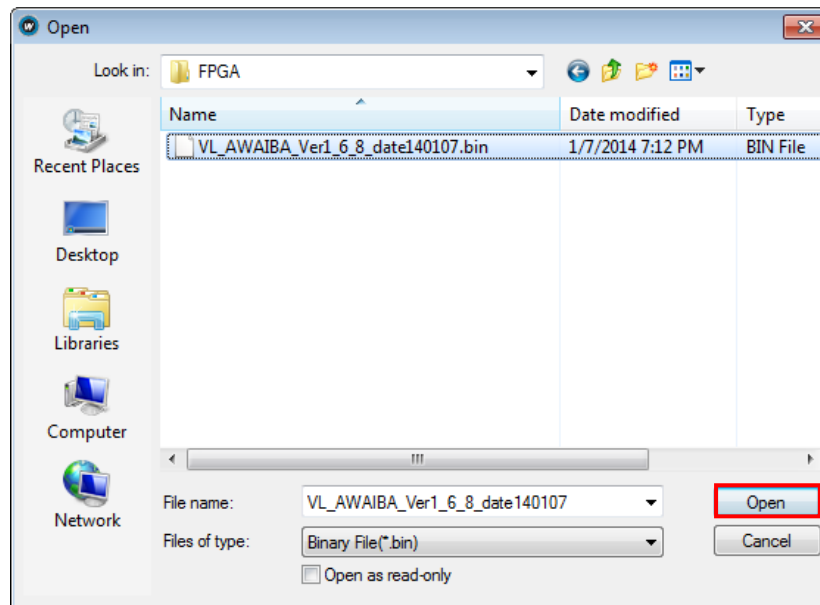


A.2 FPGA

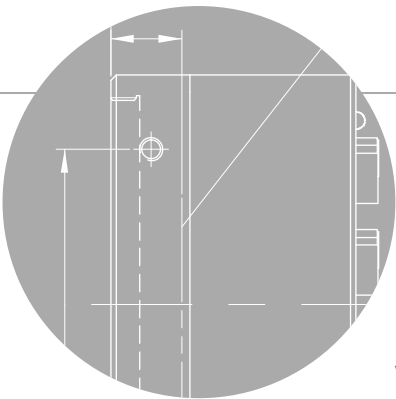
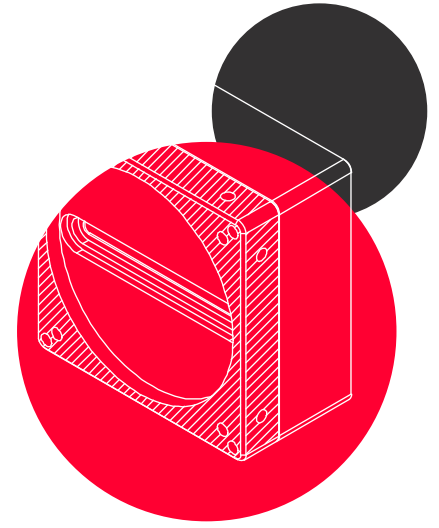
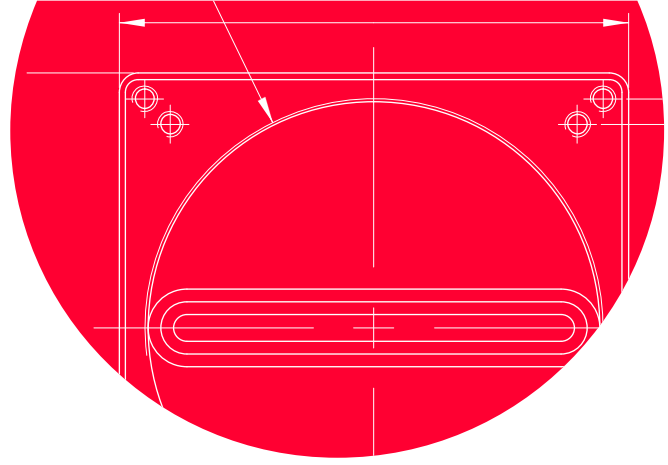
1. Configurator 에서 **File > System Upgrade > FPGA Upgrade** 를 선택합니다.



2. 제공된 FPGA 업그레이드 파일(*.bin)을 선택한 다음 **열기** 버튼을 누릅니다.



3. 이후의 과정은 MCU 업그레이드 과정과 동일합니다.



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