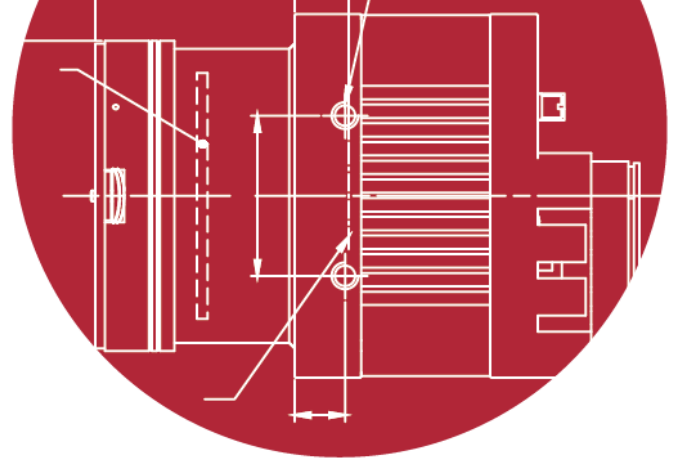


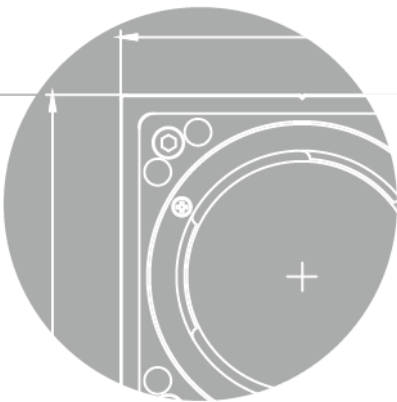
VC-50MC

User Manual



한국어

VC-50MC-18



VIEWWORKS
Imaging Expert

개정 이력

버전	날짜	설명
1.0	2018-09-14	최초 릴리스

목차

1	주의사항	6
2	보증범위	7
3	사용자 안내문	7
4	제품 구성	8
5	제품 규격	9
5.1	개요	9
5.2	Specifications	10
5.3	Camera Block Diagram	12
5.4	Sensor Information	13
5.5	Mechanical Specification	14
6	카메라 연결 방법	15
6.1	지지대 고정 장치	16
6.2	센서 중심 조정에 대한 주의사항	16
6.3	중심대비 주변상 흐림에 대한 주의사항	16
6.4	카메라 제어	16
7	Camera Interface	17
7.1	General Description	17
7.2	Camera Link 커넥터	17
7.3	전원 입력 단자	21
7.4	컨트롤 입/출력 단자	22
7.5	Trigger Input Circuit	23
7.6	Strobe Output Circuit	23
8	Camera Features	24
8.1	Region of Interest	24
8.2	Multi-ROI	26
8.3	Binning	28
8.4	Pixel Format	29
8.5	AWB ROI (컬러 카메라)	30

8.6	White Balance (컬러 카메라).....	31
8.6.1	Auto White Balance.....	31
8.7	Trigger Mode.....	32
8.7.1	Trigger Mode = Off.....	32
8.7.2	Trigger Mode = On.....	32
8.7.3	CC1 트리거 신호 사용하기.....	33
8.7.4	External 트리거 신호 사용하기.....	34
8.7.5	Exposure Mode.....	35
8.8	노출 시간 설정.....	37
8.9	Exposure와 Readout Overlap.....	38
8.10	Electronic Shutter 작동.....	39
8.10.1	Global Shutter.....	39
8.11	Camera Link Output.....	40
8.12	Camera Link Pixel Clock Speed.....	41
8.13	허용 가능한 최대 Frame Rate.....	42
8.13.1	허용 가능한 최대 Frame Rate 증가하기.....	42
8.14	Gain 및 Black Level.....	43
8.15	Defect Pixel Correction.....	44
8.15.1	보정 방법.....	44
8.16	Flat Field Correction.....	45
8.16.1	Flat Field 보정 순서.....	46
8.16.2	Flat Field Data Selector.....	49
8.17	Temperature Monitor.....	50
8.18	Status LED.....	50
8.19	Test Image.....	51
8.20	Reverse X.....	53
8.21	Digital IO Control.....	54
8.21.1	Debounce.....	55
8.21.2	Timer Control.....	56
8.22	Fan Control.....	58
8.23	Device Reset.....	58
8.24	Field Upgrade.....	58
8.25	Dark Signal Non-uniformity Correction.....	59
8.25.1	사용자 DSNU 보정 값 생성 및 저장.....	59

9	Camera Configuration	60
9.1	설정 명령	60
9.2	명령어 실제 적용 시간	62
9.3	User Set Control.....	63
9.4	Command List.....	65
10	Configurator GUI.....	71
10.1	Camera Scan	71
10.2	메뉴.....	72
10.2.1	File.....	72
10.2.2	Start-Up	73
10.2.3	Tool	74
10.2.4	About	75
10.3	탭.....	76
10.3.1	VIEW 탭.....	76
10.3.2	MODE/EXP 탭	77
10.3.3	ANALOG 탭	78
10.3.4	FFC 탭	79
10.3.5	FAN 탭	80
10.3.6	Digital I/O 탭.....	81
10.3.7	AWB 탭 (Color Camera Only).....	82
11	제품 동작 이상 확인 및 조치	83
Appendix A Defect Pixel Map Download		85
Appendix B Field Upgrade.....		88
B.1	MCU	88
B.2	FPGA	90

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 Specifications](#)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 Specifications](#)를 참조하십시오(※제조사(주)뷰웍스는 어댑터를 제공하지 않음).
- 카메라의 전원배선 연결 전에 카메라의 입력전원이 OFF 되어 있는 것을 확인한 후에 작업해 주십시오. 카메라 손상의 원인이 될 수 있습니다.

2 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 기술 지원 및 서비스가 필요한 경우 판매처나 제조사로 문의하십시오.

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

3 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.

4 제품 구성

Package Components



VC-50MC <F-Mount>



지지대 고정장치(Optional)



Tilt 조절용 M5 Set Screw (F-Mount 카메라만 제공)



- Tilt 조절용 M5 Set Screw 를 사용하여 tilt 를 조절할 수 있지만, 출하 시 설정에 맞게 조절되므로 조절할 필요가 없습니다.
- 부득이하게 조절이 필요한 경우에는 제조사 또는 판매처에 문의해 주십시오.

5 제품 규격

5.1 개요

VC-50MC 카메라는 산업 현장에서 입증된 VC 시리즈에 새로 추가된 50 메가픽셀 해상도의 CMOS 카메라로 Camera Link 인터페이스를 채용했습니다. AMS CMOSIS의 최신 50 메가픽셀 CMOS 센서(CMV50000) 기술을 사용하여 7920 × 6004 해상도에서 최대 17.5 fps의 속도를 제공합니다.

세계 최고의 FPD 제조사에서 인정한 뷰웍스의 혁신적인 기술을 통해 VC-50MC 카메라는 고속 영상 처리 기능과 함께 균일한 영상을 제공합니다. 고품질 영상 균일성과 고해상도를 갖춘 VC-50MC 카메라는 FPD, PCB 및 반도체 검사 등의 애플리케이션에 적합합니다.

주요 특징

- High Speed 50 Megapixel CMOS Image Sensor
- Electronic Exposure Time Control (Global Shutter)
- Output Pixel Format: 8 / 10 / 12 bit
- Strobe Output
- Defect Pixel Correction
- Camera Link Output Mode: 2 Tap / 3 Tap / 4 Tap / 8 Tap / 10 Tap
- Gain / Black Level Control
- Test Image
- Camera Link Base / Medium / Full
- Camera Link Clock Frequency Selector
- LVDS (RS-644) Serial Communication through Camera Link Interface
- Temperature Monitor
- Field Upgrade
- Dark Image Correction
- Flat Field Correction
- Reverse X
- GenICam Compatible – XML-based Control

5.2 Specifications

VC-50MC 카메라의 사양은 다음과 같습니다.

Specifications	VC-50MC-18
Active Image (H × V)	7920 × 6004
Sensor	AMS CMOSIS CMV 50000
Sensor Size	36.43 mm × 27.62 mm (Diagonal: 45.72 mm, Optical Format: 35 mm)
Sensor Type	High Speed Progressive CMOS Image Sensor
Pixel Size	4.6 μm × 4.6 μm
Camera Interface	Camera Link Base / Medium / Full
Electronic Shutter	Global Shutter
Max. Frame Rate (85 MHz/65 MHz)	2 Tap: 3.5 fps / 2.7 fps
	3 Tap: 5.2 fps / 3.9 fps
	4 Tap: 7.1 fps / 5.4 fps
	8 Tap: 14.1 fps / 10.8 fps
	10 Tap: 17.5 fps / 13.4 fps
Transfer Time (85 MHz/65 MHz)	2 Tap: 285 ms / 370 ms
	3 Tap: 192 ms / 256 ms
	4 Tap: 140 ms / 185 ms
	8 Tap: 70 ms / 92 ms
	10 Tap: 57 ms / 74 ms
Pixel Data Format	8 bit (2/3/4/8/10 Tap), 10 bit (2/4/8 Tap), 12 bit (2/4 Tap)
Camera Link Pixel Clock	85 MHz / 65 MHz
Exposure Time	1 μs ~ 60 s (1 μs step)
Cable Length	< 5 m (Camera Link cable @ 85 MHz) / < 7 m (Camera Link cable @ 65 MHz)
Black Level	0 ~ 255 LSB at 12 bit (1 LSB step)
Video Gain	1× ~ 30×
Trigger Mode	Free-Run, Trigger Programmable Exposure Time and Trigger Polarity
External Trigger	External, 3.3 V - 24.0 V Logical level input, Optically isolated
Software Trigger	Camera Link CC1

Table 5.1 VC-50MC 사양(계속)

Specifications	VC-50MC-18
Dynamic Range	64 dB
Lens Mount	F-mount
Power	10 ~ 24 V DC, Typ. 9 W
Environmental	Operating: -5°C ~ 40°C, Storage: -40°C ~ 70°C
Mechanical	68 mm × 68 mm × 102 mm, 432 g (with F-mount)
Configuration SW	Configurator

Table 5.2 VC-50MC 사양

5.3 Camera Block Diagram

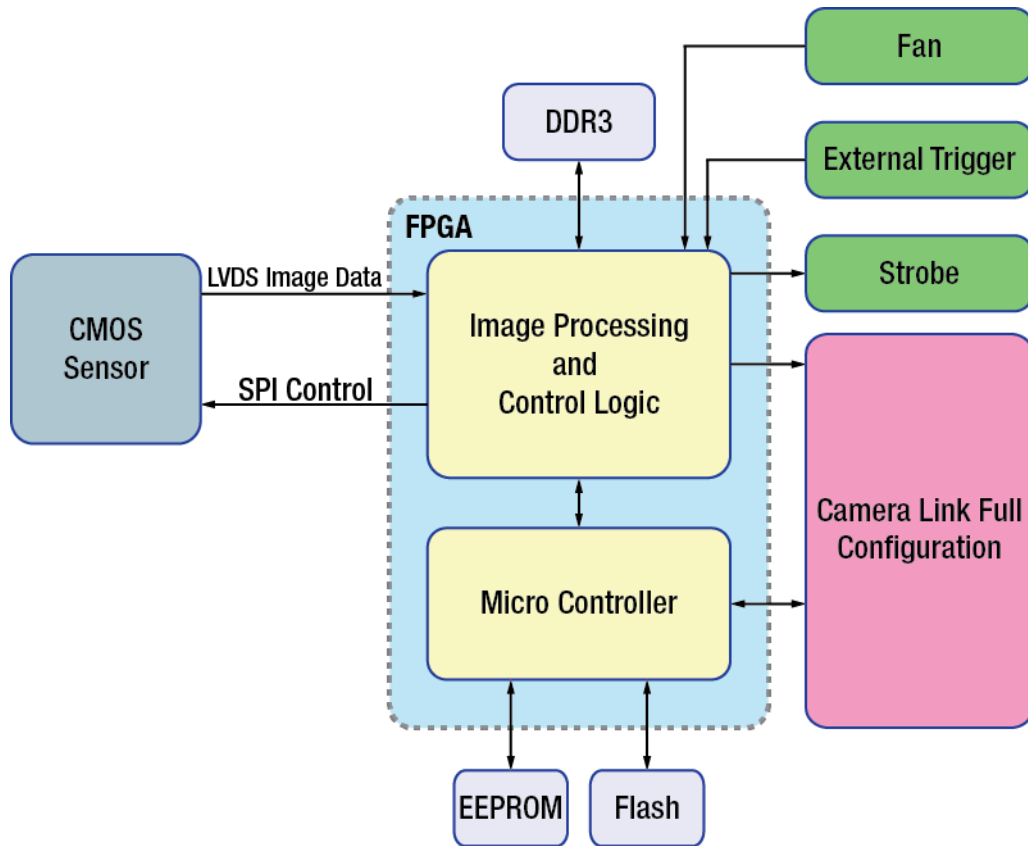


Figure 5.1 Camera Block Diagram

카메라의 모든 컨트롤과 데이터 처리는 하나의 FPGA 칩 내에서 이루어집니다. FPGA 내부는 크게 Softcore 형태의 32 비트 RISC 마이크로프로세서와 프로세싱 & 컨트롤 로직으로 이루어져 있습니다.

마이크로프로세서는 Camera Link 인터페이스를 통하여 사용자로부터 명령을 받고 이를 처리합니다.

프로세싱 & 컨트롤 로직은 CMOS 센서에서 전달된 영상 데이터를 처리하여 Camera Link 인터페이스로 내보내고, 시간에 민감한 트리거 입력과 스트로브 출력의 컨트롤을 담당합니다. 이 밖에 FPGA 외부에는 마이크로 컨트롤러의 작동을 위한 Flash와 영상 처리를 위한 프레임 버퍼용 DDR3이 장착되어 있습니다.

5.4 Sensor Information

다음 그래프는 VC-50MC 흑백 및 컬러 카메라에 대한 Quantum Efficiency 특성을 보여줍니다.

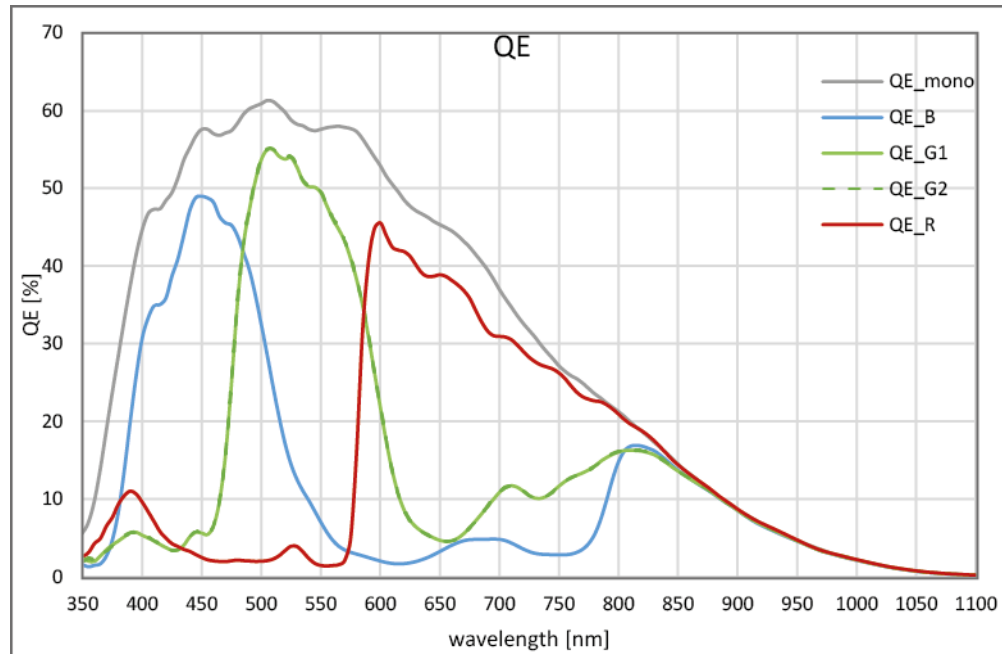


Figure 5.2 VC-50MC Quantum Efficiency

5.5 Mechanical Specification

다음 도면은 밀리미터 단위의 카메라 치수를 나타냅니다.

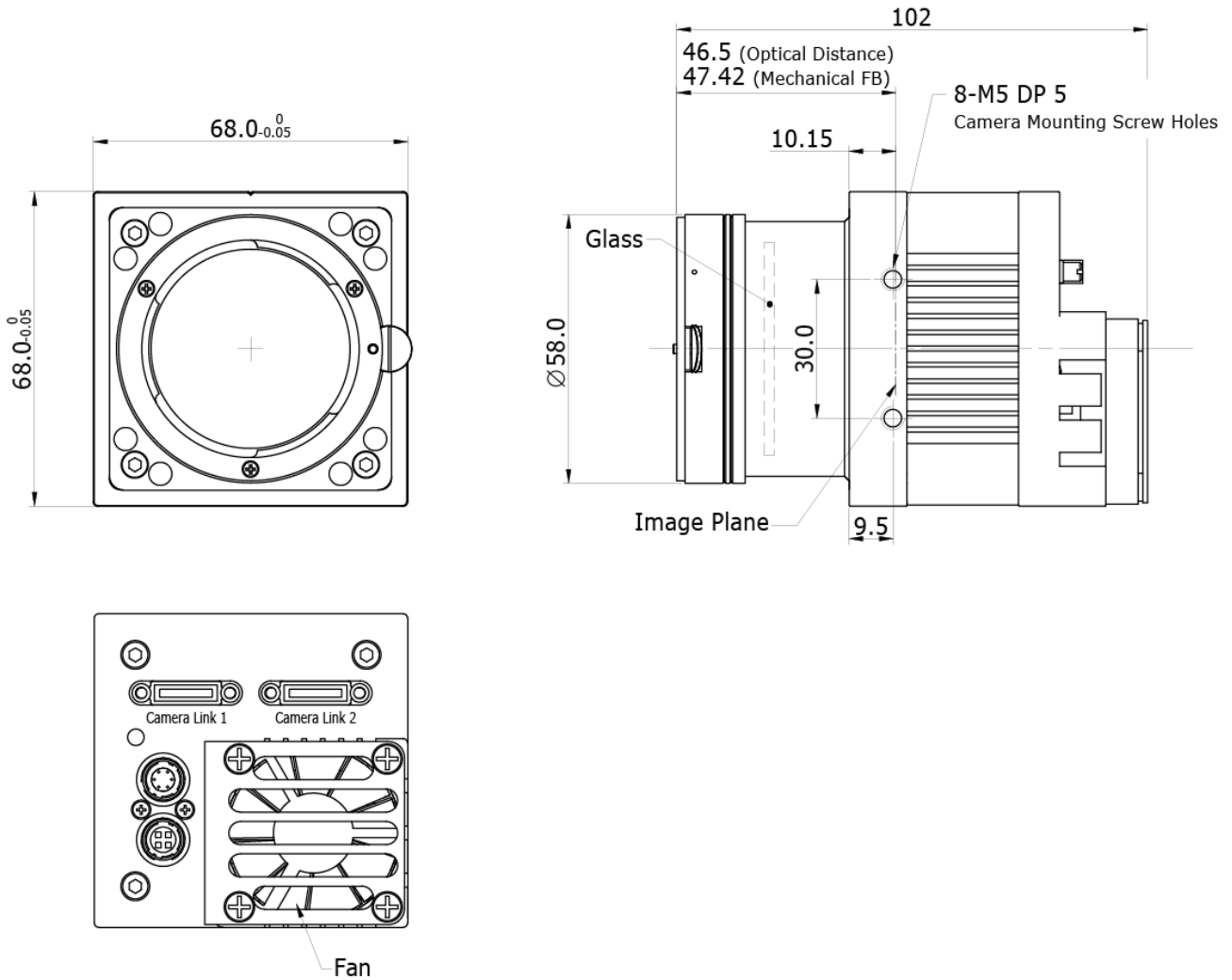


Figure 5.3 VC-50MC F-mount Mechanical Dimension

6 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 참조하십시오.

다음 절차에 따라 사용자 PC 에 카메라를 연결합니다.

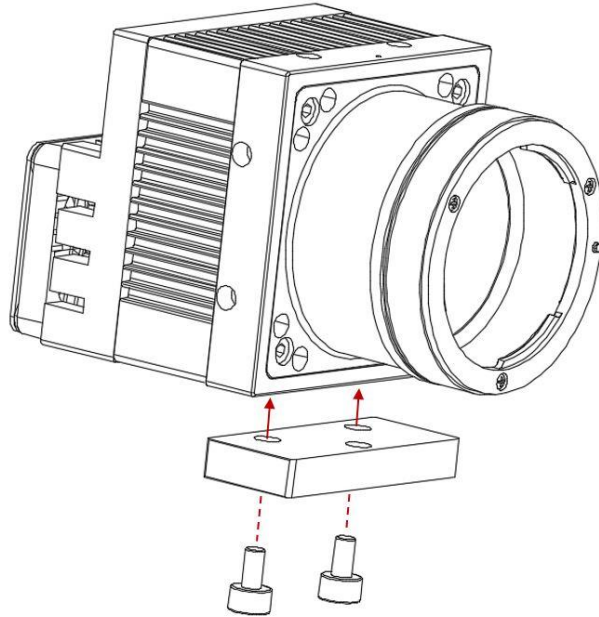
1. 카메라와 전원 공급 장치가 분리되어 있는지, PC 의 전원이 꺼져 있는지 확인하십시오.
2. Camera Link 케이블의 한쪽 끝을 카메라의 Camera Link1 커넥터에 꽂고 다른 끝은 Camera Link Frame Grabber 의 Base 커넥터에 연결합니다.
3. 다른 Camera Link 케이블의 한쪽 끝을 카메라의 Camera Link2 커넥터에 꽂고 다른 끝은 Camera Link Frame Grabber 의 Medium/Full 커넥터에 연결합니다.
4. 전원 어댑터를 카메라의 전원 입력 커넥터에 연결합니다.
5. 전원 어댑터의 플러그를 전기 콘센트에 꽂습니다.
6. 모든 케이블이 제대로 연결되었는지 확인합니다.

Camera Link Medium/Full Configuration 사용 시 주의사항



VC-50MC 카메라는 Camera Link Base/Medium/Full Configuration 을 지원합니다. Camera Link Medium 또는 Full Configuration 으로 카메라를 사용하려면 두 개의 Camera Link 케이블을 사용하여 카메라와 Camera Link Frame Grabber 를 연결해야 합니다. 이때, 카메라의 Camera Link1 커넥터는 Camera Link Frame Grabber 의 Base Configuration 용 커넥터에 연결하고, Camera Link2 커넥터는 Camera Link Frame Grabber 의 Medium/Full Configuration 용 커넥터에 연결해야 합니다.

6.1 지지대 고정 장치



지지대 고정 장치는 옵션으로 제공되며, 고정 장치 없이도 카메라를 고정할 수 있습니다.

6.2 센서 중심 조정에 대한 주의사항

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

6.3 중심대비 주변상 흐림에 대한 주의사항

- 출하 시 Tilt 조정이 되어 있기 때문에 따로 조정이 필요 없습니다.
- 부득이하게 조정이 필요한 경우에는 제조사 또는 판매처에 문의하십시오.

6.4 카메라 제어

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

7 Camera Interface

7.1 General Description

카메라의 후면부에는 4 종류의 커넥터와 상태 표시 LED가 있으며 각각의 기능은 다음과 같습니다.

- ① 26 핀 Camera Link 커넥터 1(Base): 비디오 데이터 전송 및 카메라 제어
- ② 26 핀 Camera Link 커넥터 2(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 입력 단자: 외부 트리거 신호 입력 및 Strobe 출력

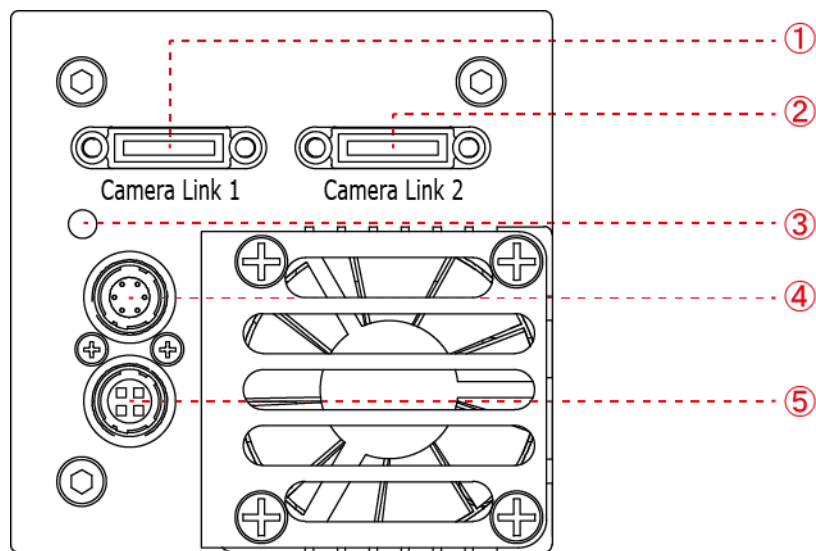


Figure 7.1 VC-50MC Camera 뒷면 패널

7.2 Camera Link 커넥터

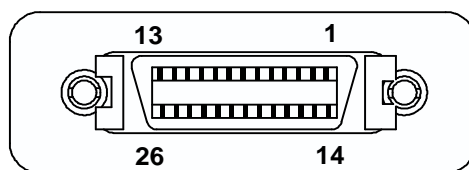


Figure 7.2 Camera Link 커넥터

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	N/C	N/C	N/C
	23	N/C	N/C	N/C
PAIR 10	11	N/C	N/C	N/C
	24	N/C	N/C	N/C
PAIR 11	12	N/C	N/C	N/C
	25	N/C	N/C	N/C
PAIR 12	13	Ground	Ground	Cable Shield
	26	Ground	Ground	Cable Shield

Table 7.1 Pin Assignments for Camera Link Connector 1

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 7.2 Pin Assignments for Camera Link Connector 2

Model	Camera Link Output Mode	CL Configuration	CL Connector 1	CL Connector 2
VC-50MC-18	2 Tap	Base	O	X
	3 Tap	Base	O	X
	4 Tap	Medium	O	O
	8 Tap	Full	O	O
	10 Tap	10 Tap	O	O

Table 7.3 Camera Link 출력 모드별 커넥터 연결



Camera Link 케이블을 사용하여 Frame Grabber 와 Camera Link 커넥터를 연결할 때 연결 위치에 주의해야 합니다. Connector 1 과 Connector 2 의 위치가 바뀌면 카메라의 영상이 제대로 출력되지 않거나 PC 와 카메라의 Serial 통신이 정상적으로 수행되지 않습니다.

7.3 전원 입력 단자

카메라의 전원 입력 단자(Power Input Receptacle)는 Hirose 6 핀 커넥터(part # HR10A-7R-6PB)이며 핀 배치 및 구성은 다음과 같습니다.

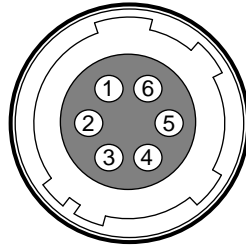


Figure 7.3 전원 입력 단자의 핀 배치도

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

Table 7.4 전원 입력 단자의 핀 구성

전원 플러그는 Hirose 6 핀 플러그(part # HR10A-7P-6S)를 사용하거나 호환되는 부품을 이용해 구성할 수 있으며, 전원 공급 장치는 12 V DC \pm 10% 전압 출력에 1 A 이상 전류 출력을 가지는 전원 어댑터의 사용을 추천합니다(※ 제조사 (주)뷰웍스는 어댑터를 제공하지 않음).

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.

7.4 컨트롤 입/출력 단자

컨트롤 입/출력 단자(Control I/O 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.

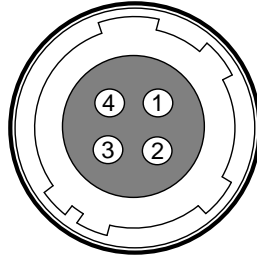


Figure 7.4 컨트롤 입/출력 단자 핀 배치도

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

Table 7.5 컨트롤 입/출력 단자의 핀 구성

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

7.5 Trigger Input Circuit

아래 그림은 4 핀 커넥터의 트리거 신호 입력 회로를 나타내고 있습니다. 입력된 트리거 신호는 포토 커플러를 통해 내부 회로로 전달됩니다. Debounce 기능을 사용하여 카메라에서 유효한 입력 신호로 판단할 입력 신호의 폭을 지정할 수 있습니다. 외부 트리거 신호의 입력은 아래의 회로도 와 같이 신호를 공급할 수 있습니다.

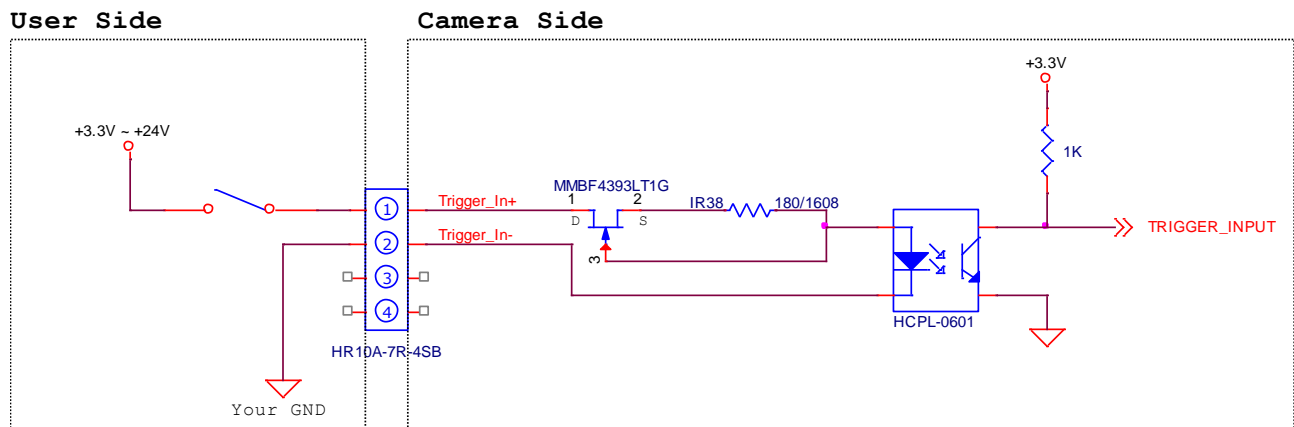


Figure 7.5 Trigger Input Schematic

7.6 Strobe Output Circuit

스트로브 출력 신호는 3.3 V 출력 레벨의 TTL Driver IC 를 통해서 출력되며 신호의 펄스 폭은 카메라의 Exposure Signal(shutter)과 동기되어 출력됩니다.

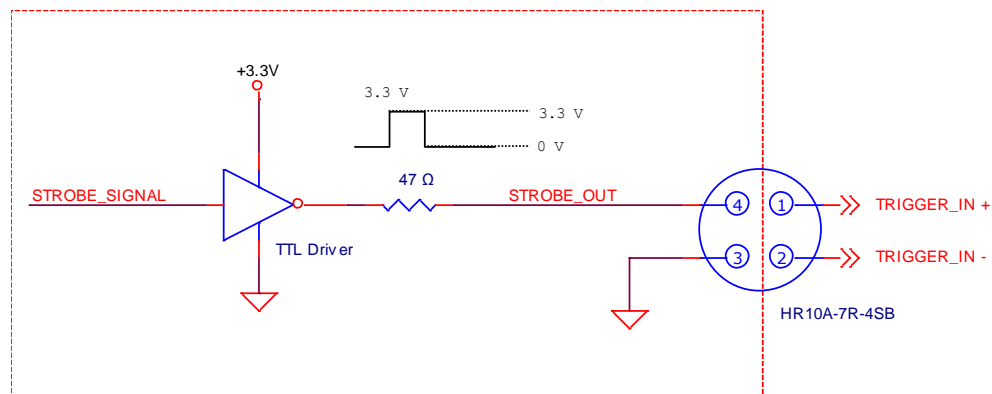


Figure 7.6 Strobe Output Schematic

8 Camera Features

8.1 Region of Interest

ROI(Region of Interest) 기능을 통해 사용자는 영상의 전체 영역 중 필요로 하는 데이터를 포함한 국소 영역을 지정할 수 있습니다. 사용자는 전체 영역에서 일부 영역만을 필요로 할 때 그 영역을 ROI로 지정함으로써 전체 영역을 획득할 때와 동일한 품질의 영상을 보다 빠른 속도로 얻을 수 있습니다. 이때, **Height** 를 작게 설정하면 허용 가능한 최대 **frame rate** 가 증가하지만, **Width** 파라미터는 **frame rate** 에 영향을 미치지 않습니다. ROI는 아래 그림과 같이 센서 열(array)의 왼쪽 상단 끝을 원점으로 참조하여 설정됩니다.

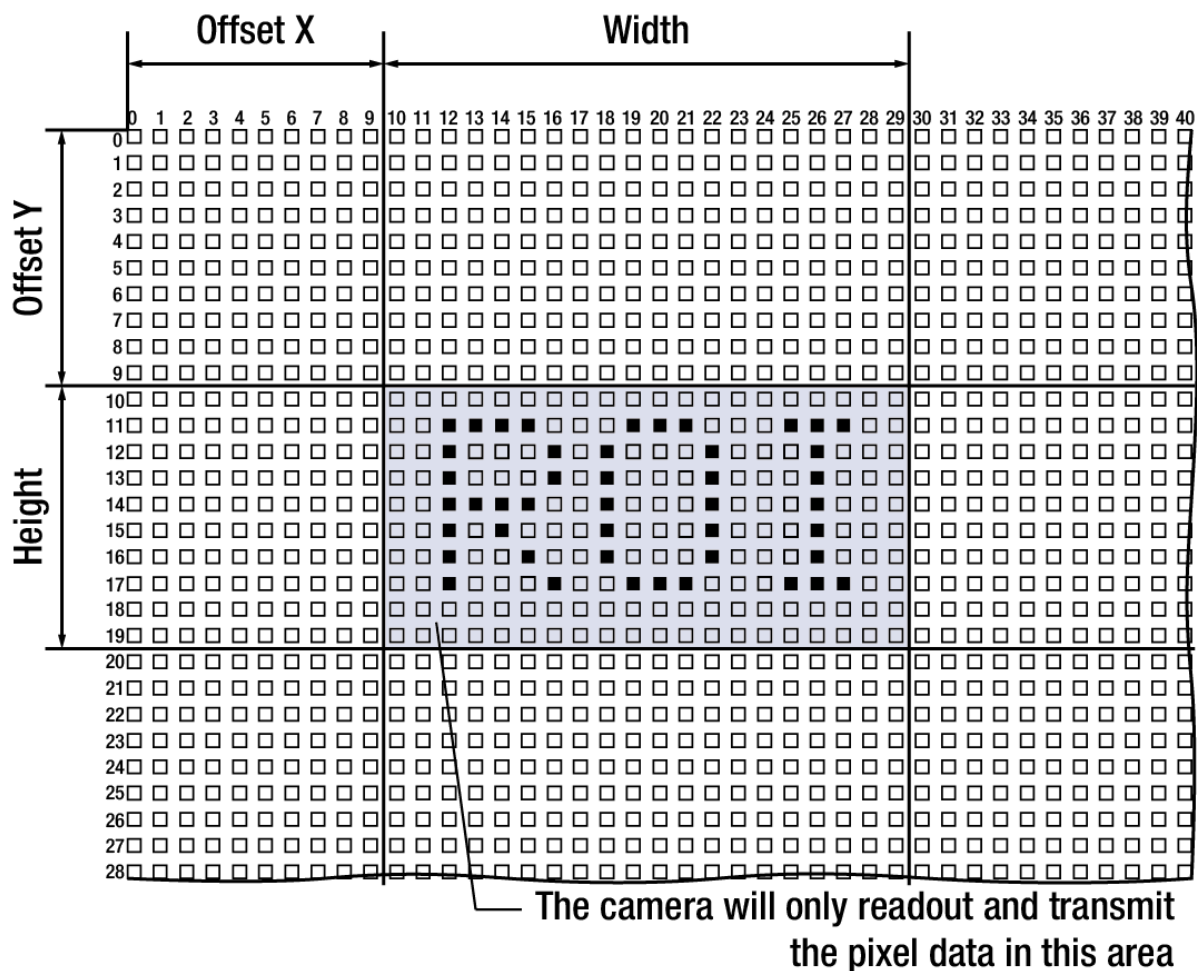


Figure 8.1 Region of Interest

VC-50MC 에서 Vertical ROI 의 변화에 따른 최대 프레임 속도는 아래 표와 같습니다.

ROI Size (H × V)	2 Tap	3 Tap	4 Tap	8 Tap	10 Tap
7920 × 1000	21.0 fps	30.4 fps	41.8 fps	82.3 fps	101.8 fps
7920 × 2000	10.6 fps	15.4 fps	21.1 fps	41.9 fps	51.9 fps
7920 × 3000	7.0 fps	10.3 fps	14.1 fps	28.1 fps	34.8 fps
7920 × 4000	5.3 fps	7.8 fps	10.6 fps	21.1 fps	26.2 fps
7920 × 5000	4.2 fps	6.2 fps	8.5 fps	16.9 fps	21.0 fps
7920 × 6004	3.5 fps	5.2 fps	7.1 fps	14.1 fps	17.5 fps

Table 8.1 VC-50MC ROI 크기에 따른 최대 프레임 속도(@ Camera Link Freq. 85 MHz)



- ROI 모드를 사용할 경우 Frame Grabber 의 사양에 따라 적용 가능한 ROI 값(H × V)이 달라질 수 있습니다. 자세한 내용은 Frame Grabber 사용 설명서를 참조하십시오.
- VC-50MC 카메라는 Multiple-ROI 기능을 지원합니다. 관련 명령어는 [Table 9.2 Command List #1](#) 을 참조하십시오.

8.2 Multi-ROI

VC-50MC 카메라에서 제공하는 Multi-ROI 기능을 통해 전체 센서 영역에서 최대 10 개의 ROI 를 지정할 수 있습니다. Multi-ROI 를 설정하면 영상을 획득할 때 지정한 영역의 픽셀 정보만 센서에서 readout 합니다.

그런 다음, 지정한 영역에서 readout 한 정보를 조합하여 하나의 영상으로 카메라에서 전송합니다.

여러 ROI 를 설정할 때 **Region Width** 파라미터는 모든 ROI 에 동일하게 적용되므로 가장 먼저 설정하는 것이 좋습니다. 그런 다음, 각각의 ROI 를 원하는 대로 설정합니다. ROI 번호 0 부터 9 까지 최대 10 개의 ROI 를 설정할 수 있습니다. 먼저 **Region Selector** 파라미터를 사용하여 설정할 ROI 의 번호를 선택하고 **Region Mode** 파라미터를 사용하여 해당 ROI 의 On/Off 상태를 설정합니다. 그리고 해당 ROI 의 **Region Offset X**, **Region Offset Y** 및 **Region Height** 파라미터를 설정합니다.

다음 그림에서는 아래와 같이 세 개의 ROI 를 설정한 예를 보여줍니다. 이 경우 카메라는 1280(Width) × 4660(ROI Height 합) 크기의 영상을 출력합니다.

- Region Width = 1280
- ROI_Region0
 - Region Offset X = 600, Region Offset Y = 0, Region Height = 1280
- ROI_Region1
 - Region Offset X = 3264, Region Offset Y = 3720, Region Height = 1280
- ROI_Region2
 - Region Offset X = 1984, Region Offset Y = 1420, Region Height = 2100

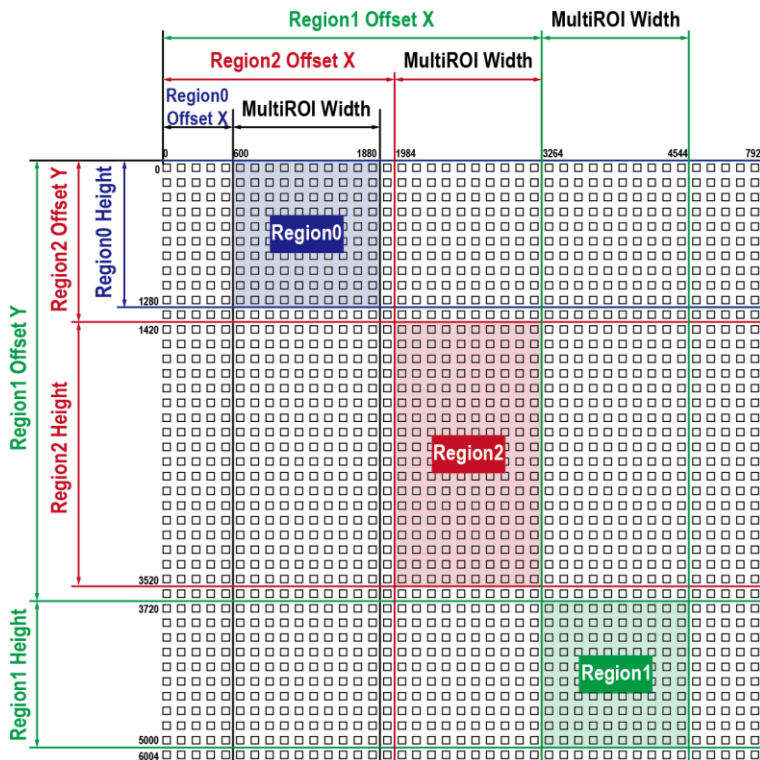


Figure 8.2 Multi-ROI

VC-50MC 카메라에서 Multi-ROI 를 설정할 때 다음 사항에 유의해야 합니다.

- Region Offset X 와 Region Width 값의 합은 카메라 센서의 Width 값(7920)을 초과할 수 없습니다.
- Region Offset Y 와 Region Height 값의 합은 카메라 센서의 Height 값(6004)을 초과할 수 없습니다.
- Region Offset X 와 Region Width 값은 16 의 배수로 설정할 수 있습니다.
- Region Offset Y 와 Region Height 값은 4 의 배수로 설정할 수 있습니다.
- Multi-ROI 설정 값을 사용자 영역에 저장한 다음(**Configurator > File > Save Setting > User 1** 또는 **User 2**) 원할 때 다시 불러와서 사용할 수 있습니다.
- Multi-ROI 설정을 변경한 후 변경 사항을 적용하려면 'ast' 명령어(Update Multi-ROI)를 실행해야 합니다.
- 유효하지 않은 ROI 를 설정할 경우 카메라는 영상을 획득하지 않습니다.
- Multi-ROI 설정 관련 명령어는 [Table 9.2 Command List #1](#) 을 참조하십시오.

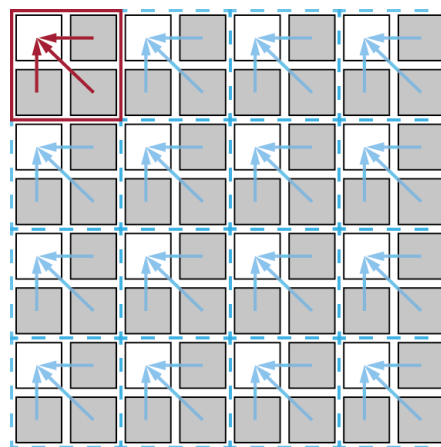
8.3 Binning

Binning 은 인접한 픽셀의 값을 더해서 하나의 픽셀로 내보냄으로써 레벨 값은 증가시키고, 해상도는 감소시키는 효과를 갖습니다. Binning 기능 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Command		Value	Description
Binning Mode	sbm	0: Average	Binning Vertical 설정 값만큼 인접한 픽셀의 값을 더한 다음, 더한 픽셀 수로 나눠서 하나의 픽셀 값으로 내보냅니다.
		1: Sum	Binning Vertical 설정 값만큼 인접한 픽셀의 값을 더해서 하나의 픽셀 값으로 내보냅니다.
Binning Vertical	sbv	1: 1×	Vertical Binning 해제
		2: 2×	수직 방향으로 더할 픽셀 수를 2로 설정
Binning Horizontal	sbh	1: 1×	Binning Vertical 에 따라서 자동으로 변경
		2: 2×	

Table 8.2 Commands related to Binning

예를 들어, 2 × 2 binning 을 설정할 경우 카메라의 해상도가 1/4 로 줄어들게 됩니다. **Binning Mode** 를 **Sum** 으로 설정하면 영상은 가로 및 세로 크기가 1/2 로 축소되지만, 밝기가 4 배 증가합니다. **Binning Mode** 를 **Average** 로 설정하면 영상은 가로 및 세로 크기가 1/2 로 축소되지만 기본 영상과 밝기 차이가 없습니다. Binning 기능은 ROI 기능과 동시에 사용할 수 있습니다.



2 × 2 Binning

Figure 8.3 2 × 2 Binning

8.4 Pixel Format

카메라는 내부적으로 영상 데이터를 12 bit 단위로 처리합니다. 'sdb 8/10/12' 명령어를 사용하여 카메라에서 전송하는 영상 데이터의 pixel format(8 bit, 10 bit 또는 12 bit)을 결정할 수 있습니다. 카메라에서 8 bit 또는 10 bit 를 사용하도록 설정하면 원본 데이터에서 각각 하위 4 bit 또는 2 bit 는 버려집니다.

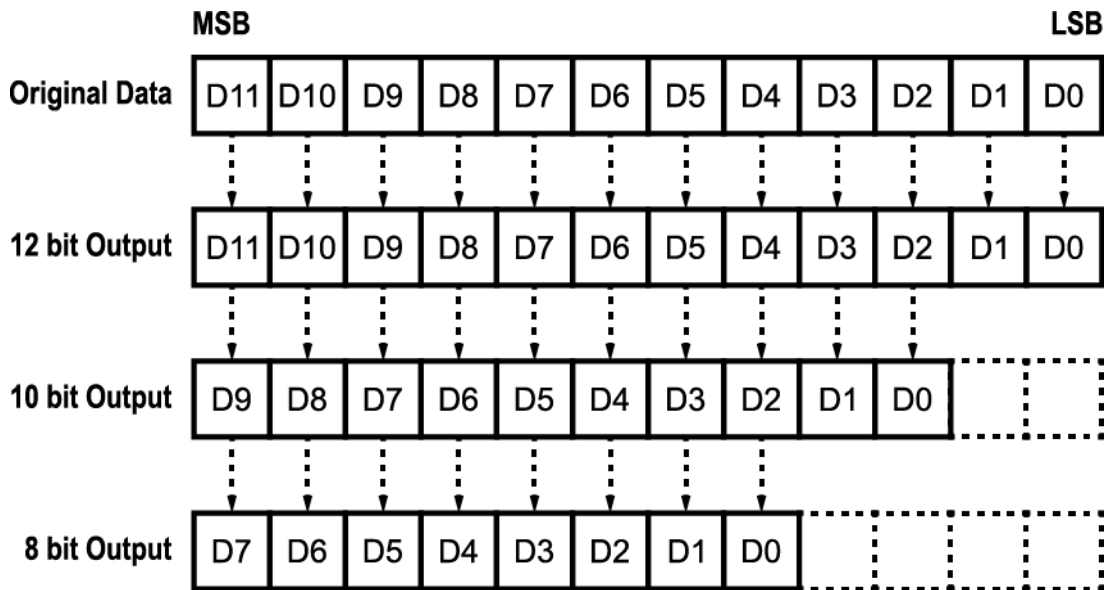


Figure 8.4 Pixel Format

8.5 AWB ROI (컬러 카메라)

컬러 카메라에서 제공하는 Auto White Balance 기능은 AWB 용 ROI(Region of Interest)의 픽셀 데이터를 사용하여 관련 설정 값을 조절합니다. AWB 용 ROI 설정을 위한 명령어는 다음과 같습니다.

Command		Value	Description
AWB Offset X	swx	-	ROI 시작 지점의 X 좌표
AWB Offset Y	swy	-	ROI 시작 지점의 Y 좌표
AWB Width	sww	-	ROI 폭
AWB Height	swh	-	ROI 높이

Table 8.3 Commands Related to Data ROI

이미지 ROI 및 AWB ROI 를 동시에 사용하는 경우에는 설정한 AWB ROI 와 이미지 ROI 의 중첩되는 영역의 픽셀 데이터만 유효합니다. 유효 영역은 아래 그림과 같이 결정됩니다.

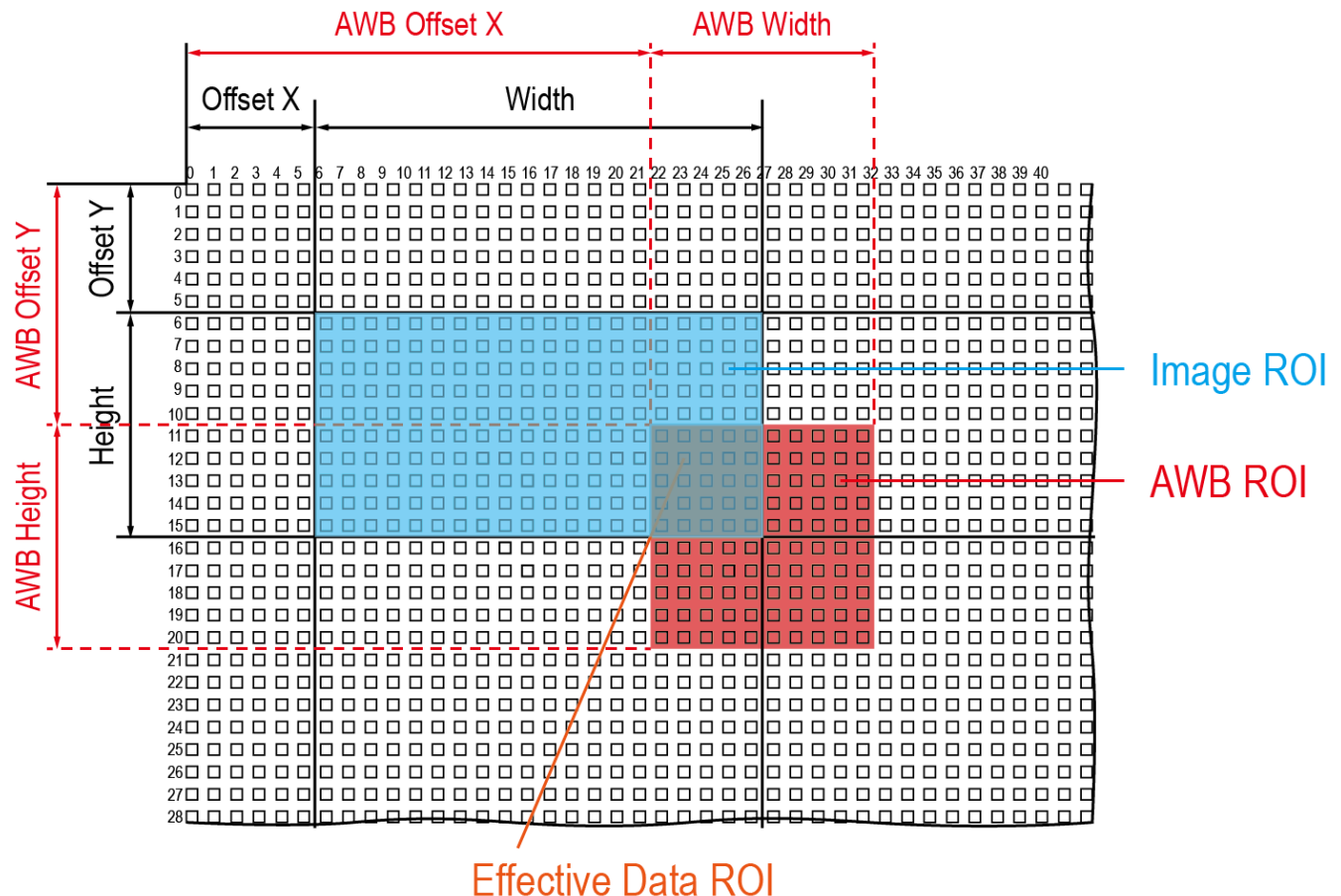


Figure 8.5 유효 데이터 ROI

8.6 White Balance (컬러 카메라)

컬러 카메라에서는 영상 센서에서 획득한 영상의 컬러 밸런스를 조정할 수 있는 white balance 기능을 사용할 수 있습니다. VC-50MC 카메라에서 제공하는 white balance 기능은 Red, Green 및 Blue의 강도(intensity)를 개별적으로 조정할 수 있습니다. 'srg' 명령어를 사용하여 각 색상의 강도를 설정할 수 있습니다. 색상의 강도는 1.0 부터 4.0 까지 설정 가능합니다. 'srg r/g/b' 명령어를 1.0 으로 설정한 경우 해당 색상의 강도는 white balance 메커니즘으로부터 영향을 받지 않습니다. 색상 강도를 1.0 보다 큰 값으로 설정하면 해당 색상의 강도는 설정 값에 비례해서 증가합니다. 예를 들어, 'srg b 1.5' 명령어를 실행하면 Blue 색상의 강도가 50% 증가합니다.

White Balance 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Command		Value	Description
RGB Gain	srg r	×1.0 ~ ×4.0	Red 픽셀의 강도 설정
	srg g	×1.0 ~ ×4.0	Green 픽셀의 강도 설정
	srg b	×1.0 ~ ×4.0	Blue 픽셀의 강도 설정

Table 8.4 Commands related to White Balance

8.6.1 Auto White Balance

컬러 카메라에서는 Auto White Balance 기능을 사용할 수 있습니다. GreyWorld 알고리즘에 따라 컬러 카메라에서 획득한 영상의 White Balance 를 조절합니다. Auto White Balance 기능을 수행하기 전에 AWB 용 ROI 를 설정해야 합니다. AWB 용 ROI 를 설정하지 않으면 Auto White Balance 기능은 Image ROI 내의 픽셀 데이터를 사용하여 White Balance 를 조절합니다. 'arg' 명령어를 실행하면 Green 을 기준으로 Red 및 Blue 의 강도를 상대적인 값으로 조절하여 White Balance 를 맞춥니다.

Auto White Balance 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Command	Value	Description
Auto White Balance	arg	-
		White Balance 조정 1 회 수행 후 Off

Table 8.5 Command related to Auto White Balance

8.7 Trigger Mode

Exposure start 트리거는 영상 획득을 시작하는 데 사용됩니다. Exposure start 트리거와 관련된 가장 중요한 파라미터는 **Trigger Mode** 파라미터입니다. **Trigger Mode** 파라미터는 **Off** 또는 **On** 으로 설정할 수 있습니다.

8.7.1 Trigger Mode = Off

Trigger Mode 파라미터를 **Off** 로 설정하면 필요한 모든 exposure start 트리거 신호를 카메라 내부에서 생성하기 때문에 사용자는 카메라에 exposure start 트리거 신호를 공급할 필요가 없습니다. 이러한 사용 방법을 흔히 “Free-Run”이라고 합니다.

Trigger Mode = Off일 때 노출 시간 제어

Trigger Mode 파라미터를 **Off** 로 설정하면(stm 0) 각 영상 획득에 대한 노출 시간은 **Exposure Time** 파라미터('set' 명령어)의 값에 의해 결정됩니다.

8.7.2 Trigger Mode = On

Trigger Mode 파라미터를 **On** 으로 설정하면(stm 1) 사용자는 영상 획득을 시작하려고 할 때마다 카메라에 exposure start 트리거 신호를 공급해야 합니다. **Source** 파라미터('sts' 명령어)는 exposure start 트리거 신호 역할을 할 소스 신호(source signal)를 지정합니다. 설정 가능한 **Source** 파라미터는 다음과 같습니다.

- **CC1:** 카메라가 연결된 Frame Grabber 에서 CC1 을 통해서 입력 신호를 공급할 수 있습니다. 사용자 시스템에 설치한 Frame Grabber 에서 CC1 을 사용하는 방법에 대한 자세한 내용은 Frame Grabber 사용 설명서를 참조하십시오.
- **External:** 외부에서 생성된 전기 신호(흔히 하드웨어 트리거 신호라고 함)를 카메라의 컨트롤 입력 단자 1 번 핀에 주입하여 카메라에 exposure start 트리거 신호를 공급할 수 있습니다.

Source 파라미터를 설정한 후 **Activation** 파라미터('stp' 명령어)도 설정해야 합니다.

설정 가능한 **Activation** 파라미터는 다음과 같습니다.

- **Falling Edge:** 전기 신호의 하강 에지(falling edge)를 exposure start 트리거로 작동하도록 지정합니다.
- **Rising Edge:** 전기 신호의 상승 에지(rising edge)를 exposure start 트리거로 작동하도록 지정합니다.

Trigger Mode = On일 때 노출 시간 제어

Trigger Mode 파라미터를 **On** 으로 설정한 경우 각 영상에 대한 노출 시간은 **Exposure Time** 파라미터('set' 명령어)에 의해 제어되거나 외부 트리거 신호를 조작하여 제어할 수 있습니다.

8.7.3 CC1 트리거 신호 사용하기

Trigger Mode 파라미터를 **On** 으로 설정하고(stm 1) **Source** 파라미터를 **CC1** 으로 설정한 경우(sts 1) 카메라에 CC1 트리거 신호(exposure start)를 공급해야 영상 획득을 시작할 수 있습니다. 카메라가 *Exposure Start 트리거 획득 대기 상태*에 있는 경우 카메라에서 CC1 트리거 신호를 수신하면 노출을 시작하게 됩니다.

카메라에서 CC1 트리거 신호를 수신한 다음 노출을 시작하면 카메라는 *Exposure Start 트리거 획득 대기 상태*를 해제하고 새로운 exposure start 트리거 신호에 반응할 수 없습니다. 카메라에서 다시 새로운 exposure start 트리거 신호에 반응할 수 있게 되면 카메라는 자동으로 *Exposure start 트리거 획득 대기 상태*로 되돌아갑니다.

CC1 트리거 신호를 사용하여 영상을 획득하면 사용자가 카메라에 CC1 트리거 신호를 공급하는 빈도에 따라서 frame rate 가 결정됩니다. 이때, 현재 카메라 설정에서 허용 가능한 최대 frame rate 를 초과하는 속도로 트리거 신호를 공급하면 안 됩니다. 카메라가 Exposure Start 트리거 획득 대기 상태가 아닐 때 수신하는 CC1 트리거 신호는 무시됩니다.

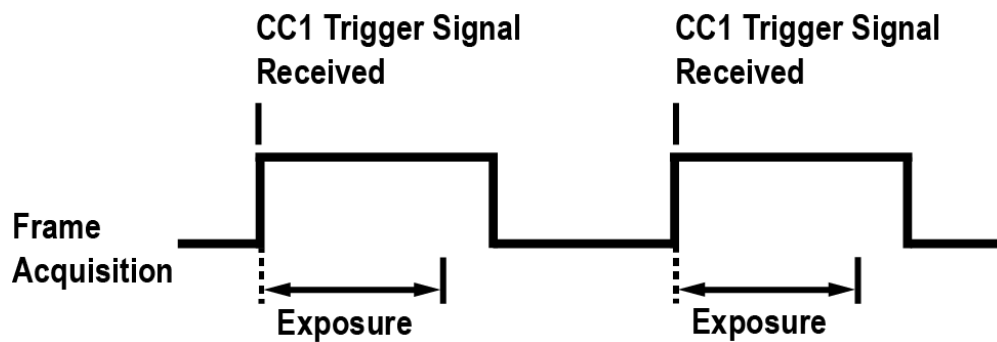


Figure 8.6 CC1 트리거 신호로 영상 획득하기

8.7.4 External 트리거 신호 사용하기

Trigger Mode 파라미터를 **On** 으로 설정하고(stm 1) **Source** 파라미터를 **External** 로 설정한 경우(sts 5) 컨트롤 입력 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.

Activation 파라미터를 사용하여 상승 에지 또는 하강 에지를 트리거로 설정할지 선택합니다.

카메라가 *Exposure Start 트리거 획득 대기 상태*에 있는 경우 수신하는 트리거가 적절하게 전이(transition)할 때마다 영상 획득을 시작합니다.

카메라에서 외부 트리거 신호를 수신한 후 노출을 시작하면 *Exposure Start 트리거 획득 대기 상태*를 해제하고 새로운 exposure start 트리거 신호에 반응할 수 없습니다. 카메라에서 다시 새로운 exposure start 트리거 신호에 반응할 수 있게 되면 카메라는 자동으로 *Exposure Start 트리거 획득 대기 상태*로 되돌아갑니다.

카메라가 외부 신호의 제어에 의해 작동하는 경우에는 외부 트리거 신호의 주기에 의해 다음과 같이 frame rate 가 결정됩니다.

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

예를 들어, 500 ms (0.5 초) 주기의 외부 트리거 신호로 카메라를 작동하면 frame rate 는 2fps 입니다.

8.7.5 Exposure Mode

외부에서 생성된 트리거 신호를 영상 획득 트리거로 사용하는 경우에는 **Timed** 및 **Trigger Width** 두 가지 유형의 노출 모드('ses' 명령어)를 사용할 수 있습니다.

Timed 노출 모드

Timed 모드를 선택하면(ses 0) 각 영상 획득의 노출 시간이 **Exposure Time** 파라미터('set' 명령어)에 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.

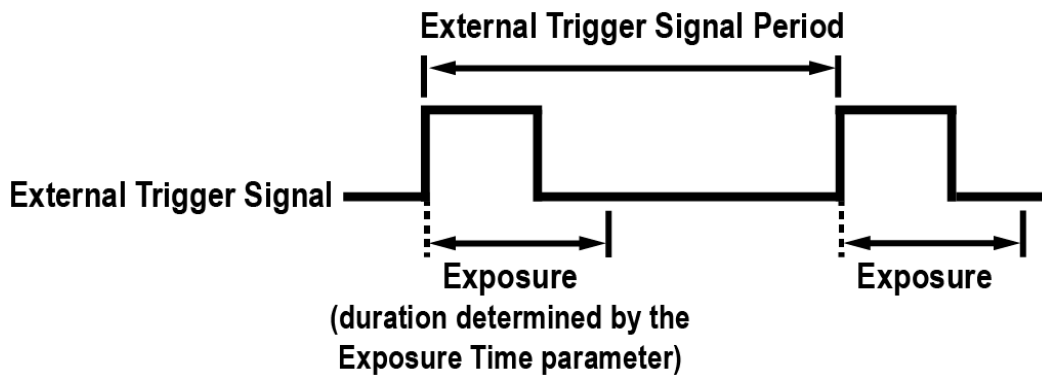


Figure 8.7 Timed Exposure Mode

이전 노출이 진행 중일 때 새로운 exposure start 트리거를 공급하면 해당 트리거 신호는 무시됩니다.

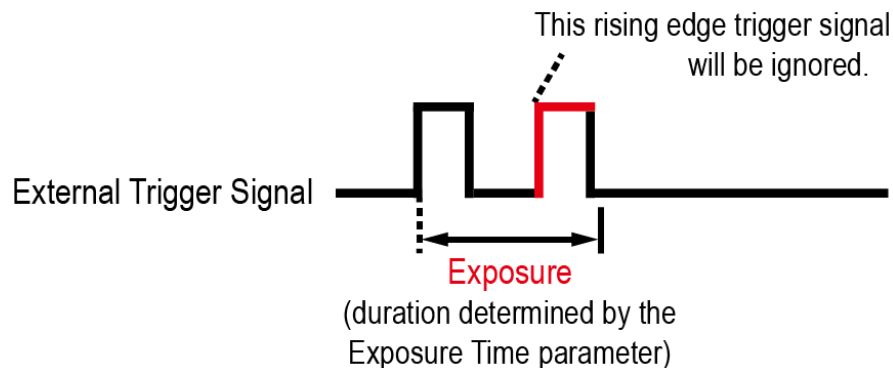


Figure 8.8 Trigger Overlapped with Timed Exposure Mode

Trigger Width 노출 모드

Trigger Width 노출 모드를 선택하면(ses 1) 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.

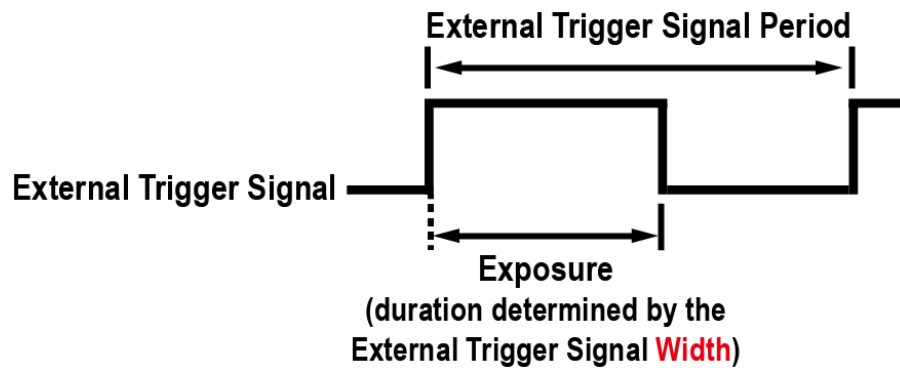


Figure 8.9 Trigger Width Exposure Mode

8.8 노출 시간 설정

이 절에서는 VC-50MC 카메라에서 **Exposure Time** 파라미터를 설정하여 노출 시간을 어떻게 조절하는지 설명합니다.

카메라를 다음과 같은 방식으로 작동할 때에는 **Exposure Time** 파라미터('set' 명령어)를 설정하여 노출 시간을 지정해야 합니다.

- Trigger Mode 를 Off 로 설정(stm 0)
- Trigger Mode 는 On(stm 1), Source 는 CC1(sts 1)으로 설정(이 경우 Exposure 는 Timed 로 설정(ses 0)해야 합니다.)
- Trigger Mode 는 On(stm 1), Source 는 External(sts 5), Exposure 는 Timed 로 설정(ses 0)

Exposure Time 파라미터는 허용 가능한 최소값보다 적게 설정하면 안 됩니다. **Exposure Time** 파라미터는 마이크로세컨드(μs) 단위로 노출 시간을 설정합니다. VC-50MC 카메라의 허용 가능한 최소 및 최대 노출 시간은 다음과 같습니다.

Camera Model	최소 노출 시간	최대 노출 시간 [†]
VC-50MC	1 μs	60,000,000 μs

†: Exposure 를 **Trigger Width** 로 설정한 경우 노출 시간은 트리거 신호의 폭에 의해 결정되고 최대 제한은 없습니다.

Table 8.6 최소 및 최대 노출 시간 설정 값

8.9 Exposure와 Readout Overlap

카메라의 영상 획득 과정에는 두 가지 다른 과정이 포함됩니다. 첫 번째 과정은 영상 센서의 픽셀을 노출하는 과정입니다. 노출 과정을 완료하면 센서에서 픽셀 값을 readout 하는 두 번째 과정을 진행합니다. 이러한 영상 획득 과정과 관련해서 VC-50MC 카메라는 기본적으로 노출 과정과 readout 과정의 중첩(overlap)을 허용하는 'overlapped' 노출 모드로 작동합니다. 이전 영상에 대한 픽셀 값을 readout 하는 동안 카메라에 트리거 신호를 공급하면 새로운 영상에 대한 노출을 시작합니다. 아래 그림은 **Trigger Mode** 를 **On**, **Exposure** 를 **Trigger Width**, **Source** 파라미터는 **External** 로 설정한 경우를 나타냅니다.

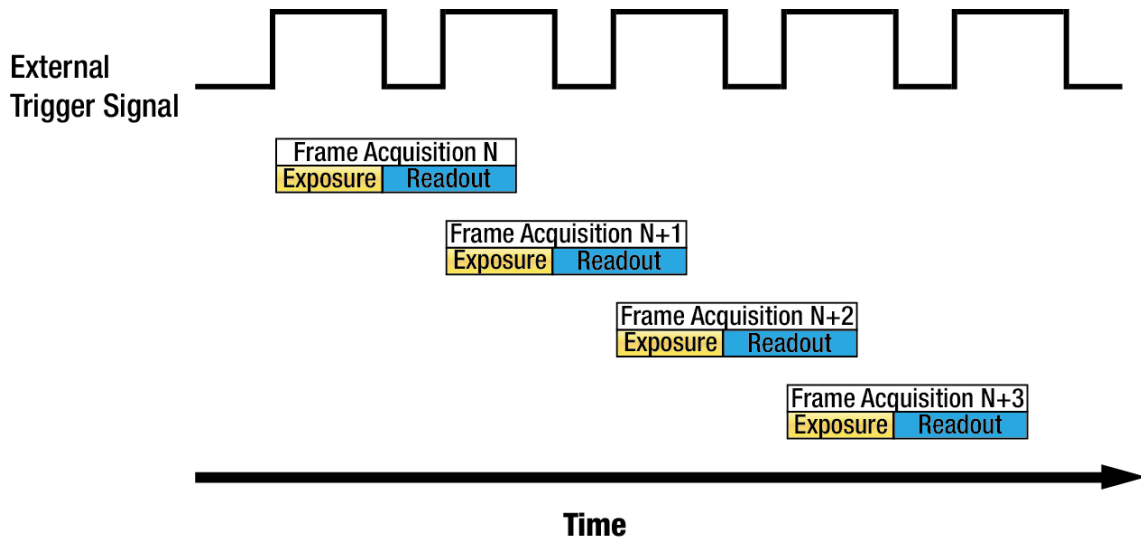


Figure 8.10 Overlapped Exposure and Readout

카메라의 노출과 readout 과정의 overlap 여부는 카메라 설정과 관계없으며, 카메라의 작동 방법에 따라 overlap 여부가 결정됩니다. 'Frame Period'를 하나의 영상에 대한 노출 시작 지점부터 다음 영상에 대한 노출 시작 지점까지의 구간으로 정의할 경우 다음과 같습니다.

- Overlapped Operation: $\text{Frame Period} \leq \text{Exposure Time} + \text{Readout Time}$

Guidelines for Overlapped Exposure

카메라의 노출과 readout 과정은 overlap 하도록 작동하므로 다음 두 가지 사항을 명심해야 합니다.

- 이전 영상의 노출이 진행 중일 때 새로운 영상의 노출을 시작하면 안 됩니다.
- 이전 영상의 readout 을 완료하기 전까지 현재 영상의 노출이 완료되면 안 됩니다.

카메라의 노출과 readout 과정이 overlap 되고 외부 트리거 신호를 사용하여 영상을 획득하도록 카메라를 작동할 때, Exposure Time 파라미터 설정과 타이밍 공식을 사용하여 새 영상에 대한 허용 가능한 노출 시작 시점을 계산해야 합니다.

8.10 Electronic Shutter 작동

VC-50MC 카메라는 전자 셔터(electronic shutter)를 장착한 영상 센서를 사용합니다. 센서에 사용되는 전자 셔터는 글로벌 및 롤링 두 가지 종류가 있고, VC-50MC 카메라는 글로벌 셔터를 장착한 센서를 사용합니다.

8.10.1 Global Shutter

Exposure start 트리거를 글로벌 셔터가 장착된 카메라에 공급하면 아래 그림과 같이 센서의 모든 라인에서 노출을 시작합니다. 이 노출 과정은 설정한 노출 시간이 끝나거나 Trigger Width 노출 모드를 사용하는 경우에는 exposure start 트리거 신호가 노출 시간을 종료할 때까지 센서의 모든 라인에서 계속됩니다. 노출은 센서의 모든 라인에서 종료되고, 즉시 픽셀 데이터 readout 과정을 시작합니다. 이 readout 과정은 라인 단위로 진행되고 모든 픽셀 데이터를 readout 할 때까지 계속됩니다.

글로벌 셔터의 가장 큰 특징은 각각의 영상을 획득할 때, 센서의 모든 픽셀이 동시에 노출을 시작하고 동시에 노출을 종료한다는 점입니다. 이를 통해 획득한 영상의 전체 영역에서 영상 밝기가 더욱 균일한 경향을 띠게 되고, 이로 인해 움직이는 물체의 영상을 획득할 때 발생할 수 있는 문제를 최소화할 수 있습니다.

카메라는 영상의 노출 시간이 시작하면 상승하고 노출 시간이 끝나면 종료하는 **Exposure Active** 출력 신호(slos 1)를 제공합니다.

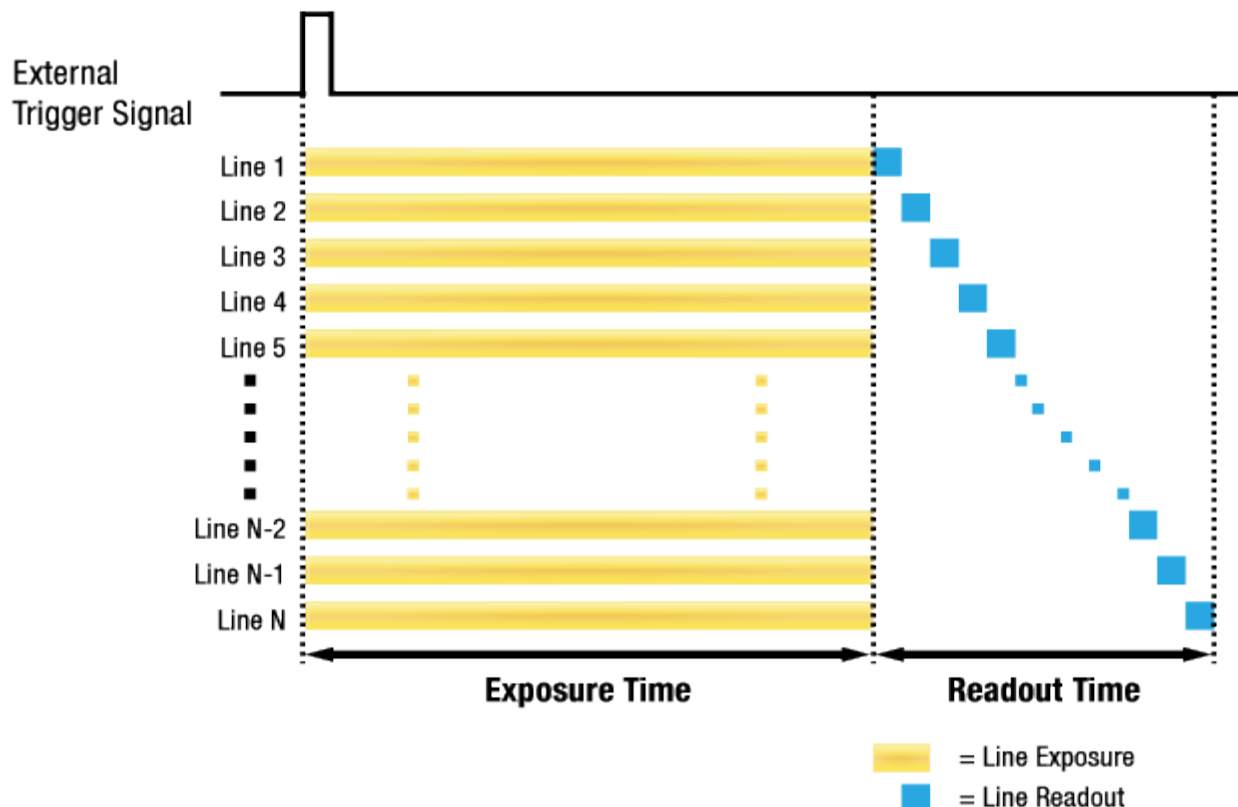


Figure 8.11 Global Shutter

8.11 Camera Link Output

VC-50MC 카메라는 2 Tap, 3 Tap, 4 Tap, 8 Tap 및 10 Tap Camera Link 출력 모드를 지원합니다. Tap 개수는 Camera Link Pixel Clock 의 사이클당 출력되는 픽셀 데이터 수를 나타내며 이에 따라 카메라의 Frame Rate 가 달라집니다. Frame 데이터는 Interleaved 방식으로 출력되고 아래 그림과 같습니다. Camera Link Output 파라미터는 'scf' 명령어를 사용하여 설정할 수 있습니다.

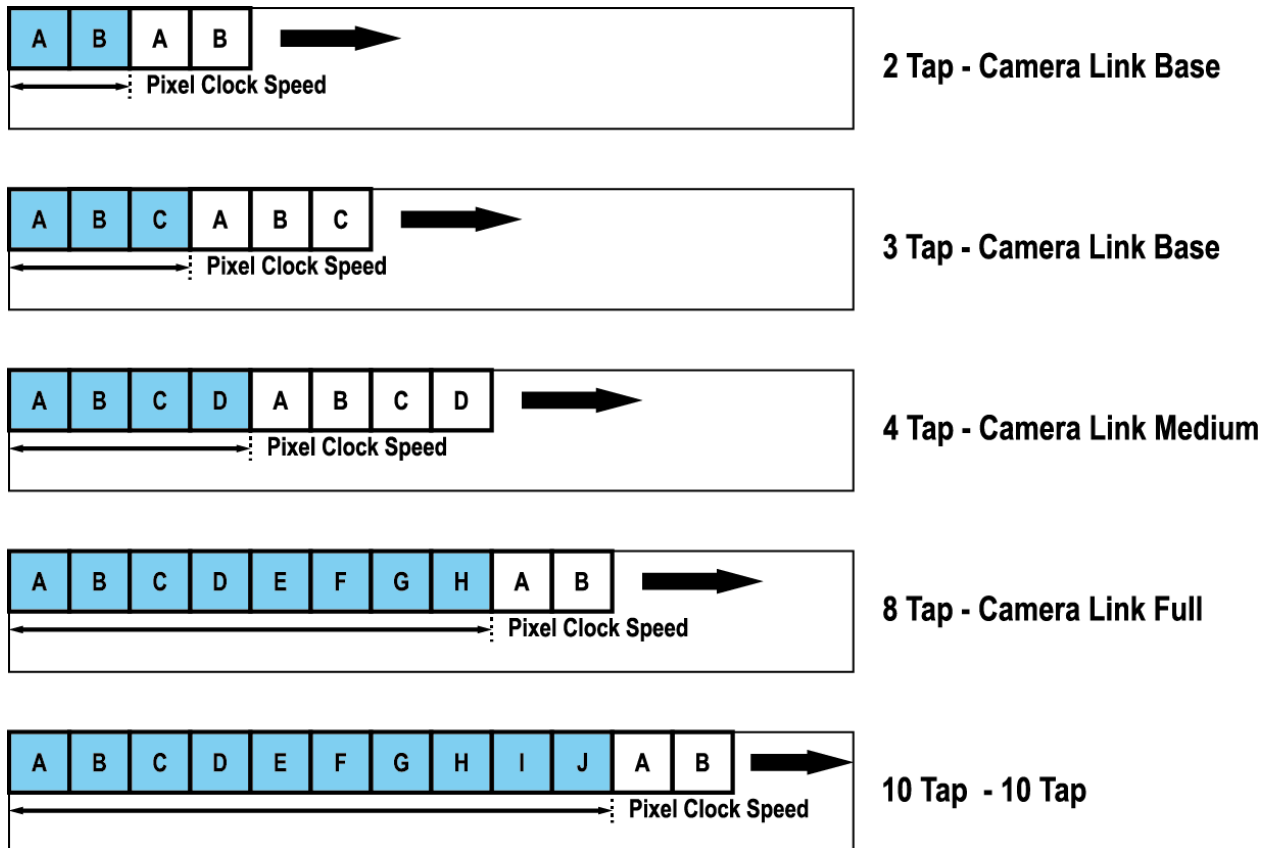


Figure 8.12 Camera Link Output Mode

8.12 Camera Link Pixel Clock Speed

VC-50MC 카메라는 Camera Link Pixel Clock 속도를 선택할 수 있는 기능을 제공합니다. Pixel Clock 속도는 카메라에서 사용자 컴퓨터의 Frame Grabber 로 Camera Link 인터페이스를 통해 전송되는 픽셀 데이터의 속도를 결정합니다. 카메라를 높은 Pixel Clock 속도로 설정하면 카메라에서 Frame Grabber 로 영상 데이터를 전송하는 속도가 빨라집니다. 사용하는 Frame Grabber 에서 지원하는 최대 Pixel Clock 속도를 확인하고, 카메라의 Pixel Clock 속도는 Frame Grabber 의 최대 속도를 초과하지 않는 값으로 설정하십시오. Camera Link Pixel Clock 속도 관련 명령어 및 설정 가능한 Pixel Clock 속도는 다음과 같습니다.

Command		Value	Description
Camera Link Pixel Clock Speed	sccs	0: 85 MHz	Camera Link Pixel Clock Speed 를 85 MHz로 설정합니다.
		1: 65 MHz	Camera Link Pixel Clock Speed 를 65 MHz로 설정합니다.

Table 8.7 Commands related to Camera Link Pixel Clock Speed

8.13 허용 가능한 최대 Frame Rate

일반적으로 카메라에서 허용 가능한 최대 frame rate 는 다음과 같은 여러 요소에 의해 제한됩니다.

- 이미지 센서에서 데이터를 readout 한 다음 카메라의 프레임 버퍼로 전송하는 시간. 이 시간은 영상의 Height 설정 값에 의해 결정됩니다. 영상의 높이가 작으면 센서에서 readout 하는 시간이 더 적게 걸립니다. 영상의 높이 설정은 'sih' 명령어로 설정할 수 있습니다.
- Camera Link Pixel Clock 속도. Pixel Clock 을 낮은 값으로 설정하면 카메라에서 획득한 영상을 사용자 컴퓨터의 Frame Grabber 로 전송하는 시간이 더 길게 걸립니다. 낮은 Pixel Clock 속도로 설정하면 frame rate 가 낮아집니다.
- 영상에 대한 노출 시간. 매우 긴 노출 시간을 사용하면 초당 획득할 수 있는 영상 수가 줄어듭니다.

8.13.1 허용 가능한 최대 Frame Rate 증가하기

카메라의 현재 설정에서 허용 가능한 최대 frame rate 보다 더 빠른 속도로 영상을 얻으려면 최대 frame rate 에 영향을 미치는 다음의 요소를 하나 이상 조절하고 속도가 증가했는지 확인합니다.

- 카메라에서 영상을 전송하는 시간은 frame rate 를 제한하는 중요한 요소입니다. ROI 기능을 사용하여 영상 전송 시간을 줄일 수 있습니다(이로 인해 최대 frame rate 는 증가됩니다).
 - 작은 ROI 를 사용합니다. ROI 를 줄이게 되면 카메라는 더 적은 데이터를 전송하기 때문에 전송 시간이 감소합니다.
- 카메라에서 Camera Link Pixel Clock 속도를 낮은 값으로 설정한 경우에는 높은 값으로 설정합니다. 설정하기 전에 사용하는 Frame Grabber 가 높은 Pixel Clock 속도를 지원하는지 확인하십시오.
- 정상적인 노출 시간으로 최대 해상도의 영상을 획득하도록 카메라를 설정했다면 노출 시간은 frame rate 를 제한하지 않습니다. 하지만, 긴 노출 시간을 사용하는 경우에는 노출 시간이 최대 frame rate 를 제한할 수 있습니다. 긴 노출 시간을 사용하는 경우 노출 시간을 짧게 설정하고 최대 frame rate 가 증가하는지 확인합니다. 이 경우 짧은 노출 시간으로 인해 밝은 광원을 사용하거나 렌즈 조리개를 열어 더 많은 빛을 받아들일 수 있도록 설정해야 할 수 있습니다.



매우 긴 노출 시간을 사용하면 허용 가능한 최대 frame rate 를 상당히 제한하게 됩니다. 예를 들어, 노출 시간을 1 초로 설정하면 영상 한 장을 획득하는 데 최소 1 초를 소요하기 때문에 카메라는 최대 1 초에 한 장의 영상만 획득할 수 있습니다.

8.14 Gain 및 Black Level

아래 그림에서와 같이 Gain 설정 값을 증가하면 카메라 응답 곡선의 기울기가 증가합니다. 이로 인해 센서에서 출력하는 값보다 높은 Grey 값을 카메라에서 출력할 수 있습니다.

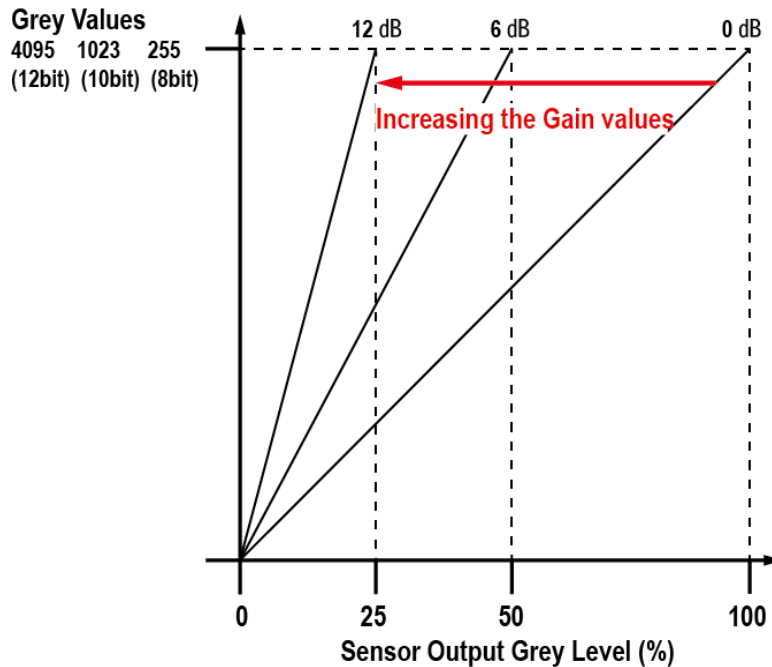


Figure 8.13 Gain 설정

Black Level 설정 값을 조절하여 카메라에서 출력하는 픽셀 값에 설정 값만큼 offset 을 추가할 수 있습니다. Configurator 의 ANALOG 탭에서 Gain 및 Black Level 을 조절할 수 있습니다.

Command		Value	Description
Gain	sdg	1.0× ~ 30.0×	디지털 gain 값 설정
Black Level	sbl	0 ~ 255	Black Level 값 설정

Table 8.8 Commands related to Gain and Black Level

8.15 Defect Pixel Correction

CMOS 센서에는 빛에 정상적으로 반응하지 못하는 Defect Pixel 이 존재할 수 있습니다. 이는 출력 영상의 품질을 떨어뜨리므로 보정이 필요합니다. 각 카메라에 사용된 CMOS 센서의 Defect Pixel 정보는 출하 단계에서 카메라에 입력됩니다. 사용자가 Defect Pixel 정보를 추가하려는 경우, 새로운 Defect Pixel 의 좌표 값을 카메라에 입력해야 합니다. 자세한 방법은 [Appendix A](#) 를 참조하십시오. Defect Pixel Correction 기능의 사용 여부는 'sdc' 명령어를 사용하여 설정합니다.

8.15.1 보정 방법

Defect Pixel 의 보정 값은 같은 라인 상에 인접한 유효 픽셀 값을 기반으로 계산됩니다.

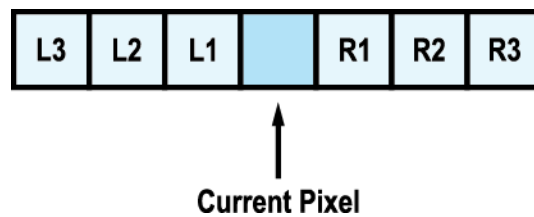


Figure 8.14 보정할 Defect Pixel 의 위치

위 그림과 같이 값을 보정해야 할 Defect Pixel 인 Current Pixel 이 있을 때, 이 픽셀의 보정 값은 주위 픽셀이 Defect Pixel 인지 아닌지에 따라 아래 표와 같이 구해집니다.

인접 Defect Pixel(s)	Current Pixel 의 보정 값
없음	$(L1 + R1) / 2$
L1	R1
R1	L1
L1, R1	$(L2 + R2) / 2$
L1, R1, R2	L2
L2, L1, R1	R2
L2, L1, R1, R2	$(L3 + R3) / 2$
L2, L1, R1, R2, R3	L3
L3, L2, L1, R1, R2	R3

Table 8.9 Defect Pixel 보정 값 계산

8.16 Flat Field Correction

Flat Field Correction 은 조명과 같은 외부 환경에 의해 영상의 배경이 고르지 않을 때 이를 보정하여 전체적으로 배경 값이 일정한 영상을 얻도록 하는 기능입니다. Flat Field 보정 기능을 간략화하면 아래의 식과 같이 나타낼 수 있습니다.

$$IC = IR / IF$$

IC: 보정된 영상의 레벨 값

IR: 원본 영상의 레벨 값

IF: Flat Field 데이터의 레벨 값

Flat Field Correction 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Command		Value	Description
Flat Field Data Selector	sfd	0 ~ 4	Flat Field 데이터를 저장 또는 불러올 영역을 설정합니다. 0: Factory default 영역 1 ~ 4: 사용자 설정 영역
Flat Field Data Generate	gfd	-	Flat Field 데이터 생성
Flat Field Data Save	sfd	-	생성한 Flat Field 데이터를 비휘발성 메모리에 저장합니다. Flat Field Data Generate 로 생성한 데이터는 휘발성 메모리에 저장되기 때문에 카메라의 전원을 껐다 켜 후 해당 데이터를 사용하려면 비휘발성 메모리에 저장해야 합니다.
Flat Field Data Load	lfd	-	비휘발성 메모리에 저장되어 있는 Flat Field 데이터를 휘발성 메모리로 불러옵니다.

Table 8.10 Commands related to Flat Field Correction

8.16.1 Flat Field 보정 순서

실제 사용 조건에서 다음 절차에 따라서 Flat Field 보정 데이터를 생성한 후 카메라의 비휘발성 메모리에 저장합니다.

Configurator를 이용하여 보정하는 방법

1. **FFC** 탭을 선택한 후 **FFC Data / Selector**의 **Generate** 버튼을 클릭하여 Flat Field Generator 를 실행합니다.
2. Free-Run 으로 카메라를 작동하거나 Exposure Start 트리거 신호를 카메라에 공급하여 영상 한 장을 획득합니다.
3. **Selector** 파라미터를 사용하여 생성한 Flat Field 보정 데이터를 저장할 위치를 선택합니다.
4. **Flash Memory** 범주에서 **Save to Flash** 버튼을 클릭하여 생성한 Flat Field 보정 데이터를 비휘발성 메모리에 저장합니다. 축소된 Flat Field 데이터는 보정에 사용될 때, Figure 8.17 과 같이 Bilinear Interpolation 으로 확대된 후 적용됩니다.

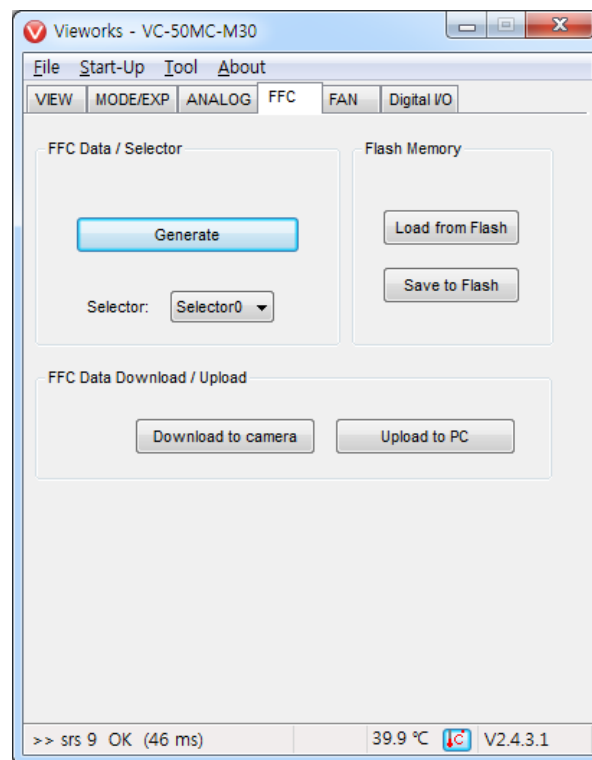


Figure 8.15 Flat Field Correction in Configurator

Serial Command를 이용하여 보정하는 방법

1. 'gfd' 명령어를 사용하여 Flat Field Generator 를 실행합니다.
2. Free-Run 으로 카메라를 작동하거나 Exposure Start 트리거 신호를 카메라에 공급하여 영상 한 장을 획득합니다.
3. 'sfd 1/2/3/4' 명령어를 사용하여 생성한 Flat Field 보정 데이터를 저장할 위치를 선택합니다.
4. 'sfd' 명령어를 실행하여 생성한 Flat Field 보정 데이터를 비휘발성 메모리에 저장합니다. 축소된 Flat Field 데이터는 보정에 사용될 때, Figure 8.17 과 같이 Bilinear Interpolation 으로 확대된 후 적용됩니다.



- Flat Field Generator 를 실행하기 전에 Defect Pixel Correction 기능을 먼저 설정하는 것이 좋습니다.
- Flat Field Generator 를 실행하기 전에 다음과 같이 카메라를 설정해야 합니다.
 - OffsetX, Y: 0
 - Width, Height: 최대값
 - Binning: 1×

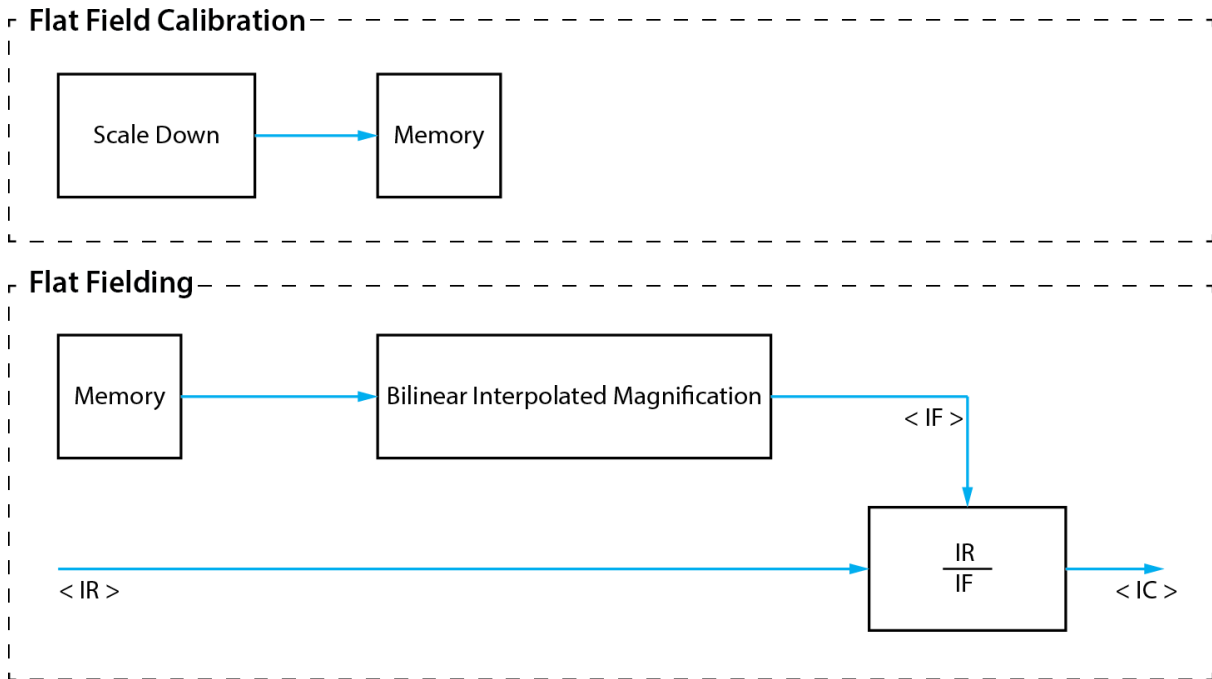


Figure 8.16 Flat Field 데이터의 생성과 적용

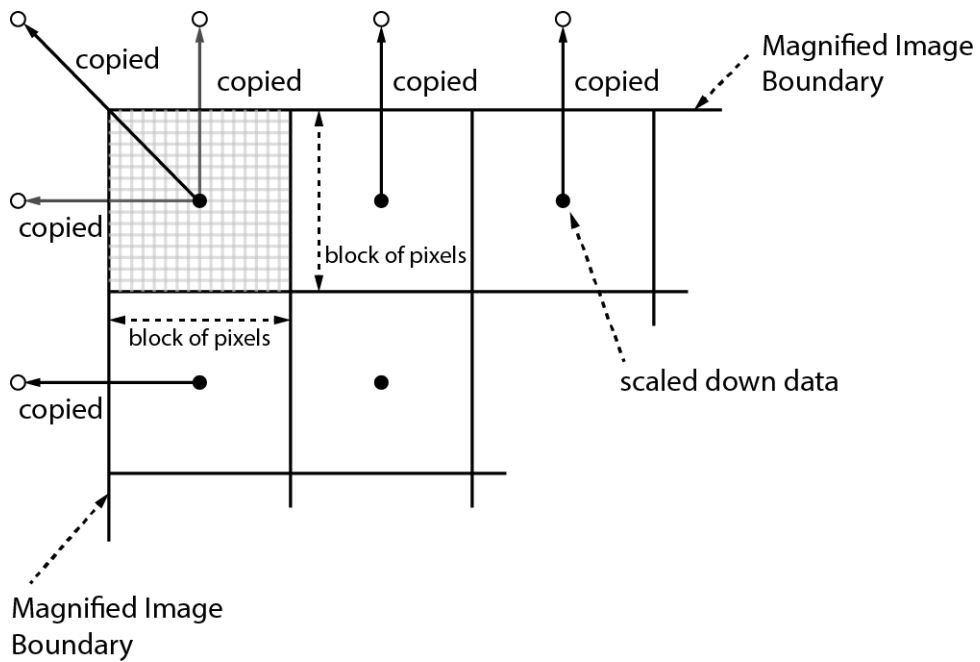


Figure 8.17 Bilinear Interpolated Magnification

8.16.2 Flat Field Data Selector

앞에서 설명한 바와 같이 현재 활성화된 Flat Field 데이터는 카메라의 휘발성 메모리에 저장되어 있고, 이 데이터는 카메라의 전원을 껐다 켜면 손실됩니다. 카메라의 전원을 껐다 켜 후에도 현재 활성화되거나 생성한 Flat Field 데이터를 사용하려면 카메라의 비휘발성 메모리에 저장해야 합니다. VC-50MC 카메라는 활성화된 Flat Field 데이터를 저장할 수 있는 네 개의 비휘발성 메모리 영역과 저장한 Flat Field 데이터를 불러올 수 있는 다섯 개의 비휘발성 메모리 영역을 제공합니다. 'sfds' 명령어를 사용하여 원하는 영역을 선택할 수 있습니다. VC-50MC 카메라는 출하 단계에서 각 영역에 기본 Flat Field 데이터를 저장합니다.

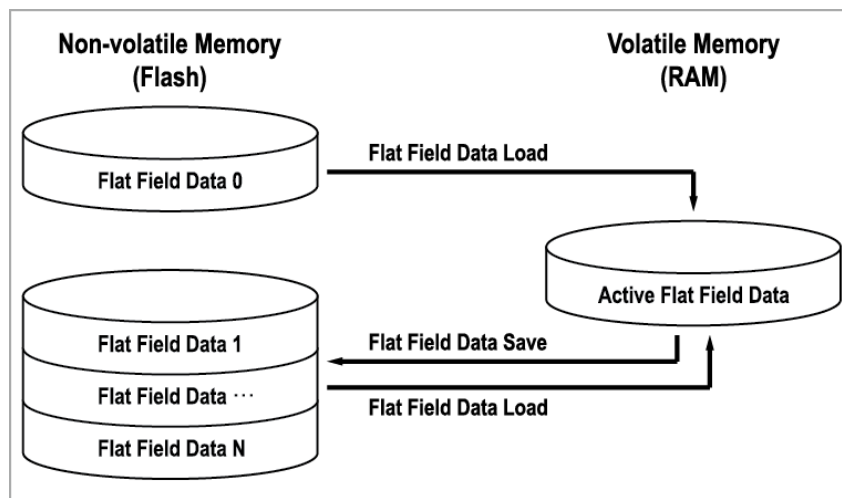


Figure 8.18 Flat Field Data Selector

Flat Field 데이터 저장하기

현재 활성화된 Flat Field 데이터를 카메라 Flash 메모리의 지정된 영역에 저장하려면, 다음 절차를 따르십시오.

1. 'sfds 1/2/3/4' 명령어를 사용하여 현재 활성화된 Flat Field 데이터를 저장할 영역을 지정합니다.
2. 'sfd' 명령어를 실행하여 활성화된 Flat Field 데이터를 지정한 영역에 저장합니다.

Flat Field 데이터 불러오기

Flat Field 데이터를 카메라의 비휘발성 메모리에 저장한 경우 카메라의 활성 Flat Field 데이터 영역으로 불러올 수 있습니다.

1. 'sfds 0/1/2/3/4' 명령어를 사용하여 카메라의 활성 Flat Field 데이터 영역으로 불러올 Flat Field 데이터가 저장된 영역을 지정합니다.
2. 'ffd' 명령어를 실행하여 선택한 Flat Field 데이터를 활성 Flat Field 데이터 영역으로 불러옵니다.

8.17 Temperature Monitor

카메라에는 내부 온도를 모니터하기 위한 센서 칩이 내장되어 있어서 실시간으로 온도를 확인할 수 있습니다. 카메라의 온도를 확인하려면 'gct' 명령어를 실행합니다.

8.18 Status LED

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

- LED Off: 카메라 초기화 안 됨.
- Fast Flashing Green: 카메라 작동 중임.

8.19 Test Image

카메라의 정상적인 작동 여부를 확인하기 위해 영상 센서로부터 나오는 영상 데이터 대신 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), 대각 방향으로 값이 다르고 움직이는 이미지(Test Image 3)입니다. 테스트 이미지는 'sti' 명령어를 사용하여 설정할 수 있습니다.

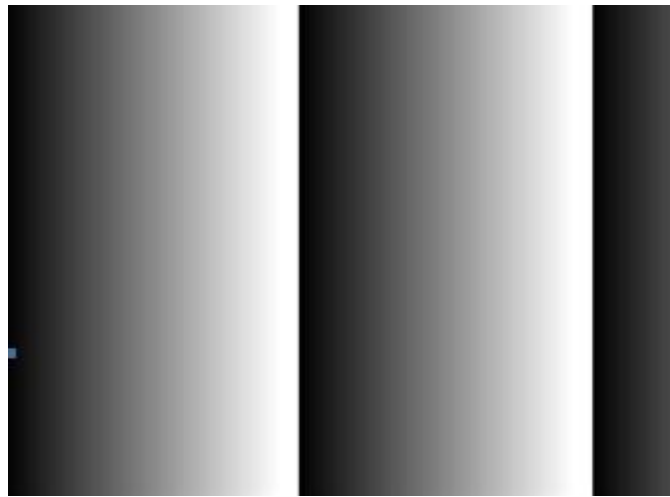


Figure 8.19 Test Image 1

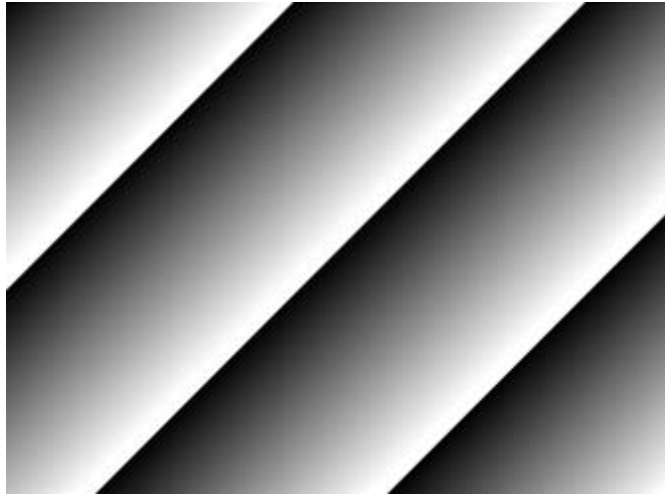


Figure 8.20 Test Image 2

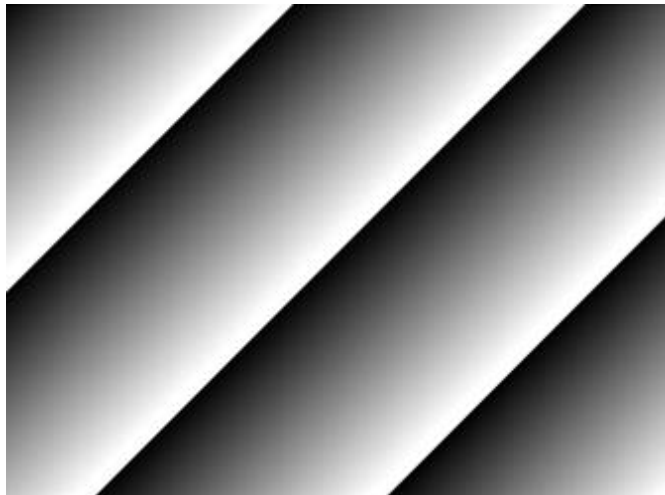


Figure 8.21 Test Image 3



카메라의 해상도에 따라서 출력되는 Test Image 의 영역이 달라지므로 영상이 다르게 보일 수 있습니다.

8.20 Reverse X

영상의 가운데 중심 축을 기준으로 영상의 좌우를 뒤집는 기능입니다. 이 기능은 카메라의 모든 작동 모드에서 적용 가능하고, 'shf' 명령어를 사용하여 설정할 수 있습니다.



Figure 8.22 원본 영상

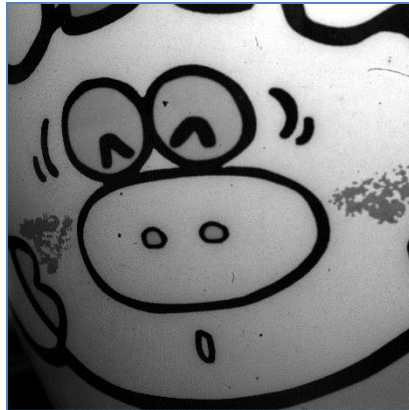


Figure 8.23 Reverse X 영상

8.21 Digital IO Control

카메라의 컨트롤 입/출력 단자는 다양한 모드로 사용할 수 있습니다.

Digital IO Control 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Command		Value	Description
Line Source	slos	0: Off	Line 출력 해제
		1: Exposure	현재 노출 시간을 펄스로 출력
		2: Frame	한 프레임의 readout 구간을 펄스로 출력
		5: User Output	User Output Value('suov') 값에 의해 펄스 출력
		7: Timer	사용자 설정 Timer 출력 신호를 펄스로 출력
Line Inverter	sloi	0: FALSE	Line 출력 신호 반전되지 않음
		1: TRUE	Line 출력 신호 반전
User Output Value	suov	0: FALSE	Bit 를 Low 로 설정
		1: TRUE	Bit 를 High 로 설정

Table 8.11 Commands related to Digital IO Control

Line Source 를 User Output 으로 설정하면 사용자 설정 값을 출력 신호로 사용할 수 있습니다.

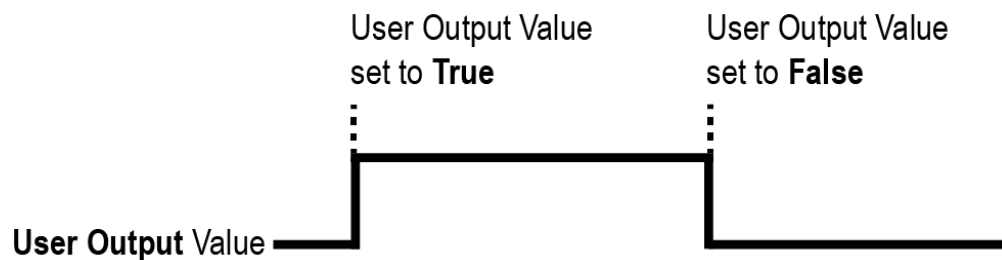


Figure 8.24 User Output

8.21.1 Debounce

VC-50MC 카메라의 Debounce 기능을 사용하면 유효한 입력 신호와 무효한 입력 신호를 구분하여 유효한 입력 신호만 카메라에 공급할 수 있습니다. Debounce Time 을 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 Time 만큼의 지연 시간이 발생합니다.

Debounce Time 을 설정하면 아래 그림에서와 같이 설정 값보다 작은 High 및 Low 신호는 무효한 신호로 판단하여 무시됩니다.

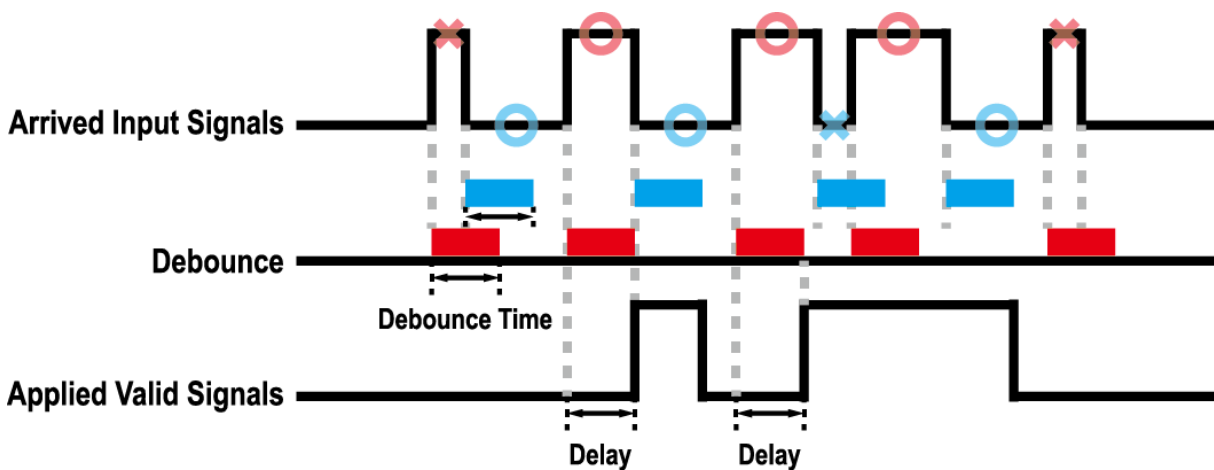


Figure 8.25 Debounce

Debounce Time 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Command		Value	Description
Debounce Time	sdbt	0 ~ 1,000,000 μ s	마이크로세컨드 단위로 Debounce 시간 설정

Table 8.12 Command related to Debounce Time

8.21.2 Timer Control

Line Source 를 Timer 로 설정하면('slos 7') 카메라는 Timer 를 사용하여 출력 신호를 내보낼 수 있습니다.

VC-50MC 카메라는 노출 시작 이벤트만 Timer 의 소스 신호로 사용할 수 있습니다.

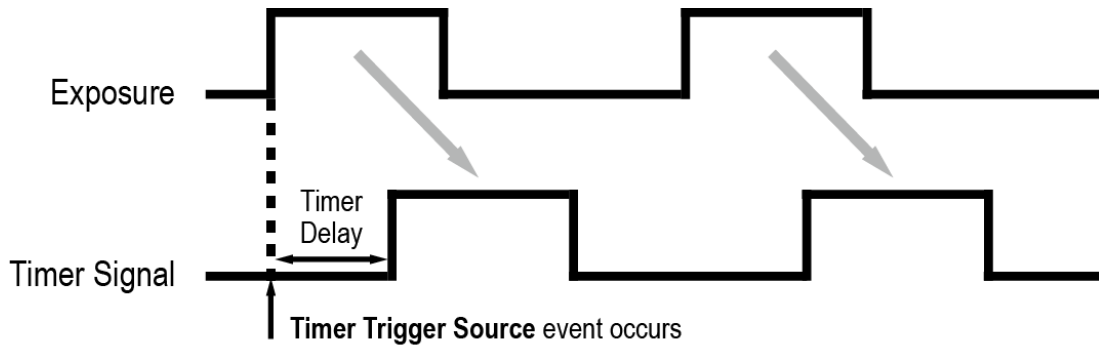
Timer 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Command		Value	Description
Timer Trigger Source	stts	0: Off	Timer 출력 신호 해제
		1: Exposure	노출 시작을 Timer 출력 신호의 소스 신호로 사용
Timer Duration	stdu	0 – 60,000,000 μ s	Timer 출력 신호의 주기를 지정
Timer Delay	stdl	0 – 60,000,000 μ s	Timer 출력 신호를 출력하기 전에 적용할 지연 시간 지정
Timer Trigger Activation	stta	0: Falling Edge	선택한 트리거 신호의 하강 에지를 Timer 출력 신호 트리거로 작동하도록 지정
		1: Rising Edge	선택한 트리거 신호의 상승 에지를 Timer 출력 신호 트리거로 작동하도록 지정
		2: Level Low	선택한 트리거 신호가 Low 구간일 때 Timer 출력 신호가 유효하도록 지정
		3: Level High	선택한 트리거 신호가 High 구간일 때 Timer 출력 신호가 유효하도록 지정

Table 8.13 Commands related to Timer Control

예를 들어, Timer Trigger Activation 을 Level High 로 설정한 경우 다음과 같이 Timer 는 작동합니다.

1. Timer Trigger Source 명령어로 설정한 소스 신호가 공급되면 Timer 는 작동을 시작합니다.
2. Timer Delay 명령어로 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.

Figure 8.26 Timer Signal

8.22 Fan Control

카메라의 후면에는 팬이 장착되어 열을 방출합니다. 팬의 작동 여부를 설정할 수 있고, 온도 설정에 따라서 팬이 작동하도록 설정할 수도 있습니다. Fan 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Command		Value	Description
Fan Mode	sfm	0: Off	Fan 작동 해제
		1: On	Fan 작동 설정
		2: Temperature	Target Temperature 에 설정한 온도 이상에 도달하면 Fan 작동
Target Temperature	stt	-10°C - 80°C	Fan 작동 모드를 Temperature 로 설정한 경우 Fan 작동 온도

Table 8.14 Commands related to Fan Control

8.23 Device Reset

카메라를 물리적으로 Reset 하여 전원을 껐다 켭니다. 'rst' 명령어를 사용하여 카메라를 물리적으로 reset 합니다.

8.24 Field Upgrade

카메라는 필드에서 카메라를 분해하지 않고 Camera Link 인터페이스를 통해 Firmware 와 FPGA 로직을 업그레이드하는 기능을 제공합니다. 자세한 변경 방법은 [Appendix B](#)를 참조하십시오.

8.25 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, VC-50MC 카메라는 이러한 DSNU 를 보정할 수 있는 기능을 제공합니다.

8.25.1 사용자 DSNU 보정 값 생성 및 저장

실제 사용 온도에 맞게 DSNU 보정 값을 생성하고 저장하려면, 아래 절차를 따르십시오.



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

1. 최적화된 DSNU 보정 값을 생성하기 위해 카메라의 ROI 를 전체 해상도로 설정합니다.
2. 카메라 렌즈를 덮거나 렌즈의 조리개를 닫고, 암실 등과 같은 완전히 어두운 환경에서 영상을 획득하도록 합니다.
3. 카메라를 Free-Run 모드로 설정하여 영상 획득을 시작합니다.
4. 'gdd' 명령어를 실행하여 DSNU 데이터를 생성합니다.
5. 생성한 DSNU 보정 값은 활성화되고, 카메라의 휘발성 메모리에 저장됩니다.
6. 생성한 DSNU 보정 값을 카메라의 Flash(비휘발성) 메모리에 저장하려면 'sdd' 명령어를 실행합니다. 이 경우 메모리에 저장된 기존 DSNU 값을 덮어쓰게 됩니다.

9 Camera Configuration

9.1 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 뒤따릅니다.

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 뒤따릅니다.

에러코드의 종류

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

9.2 명령어 실제 적용 시간

사용자가 명령어를 실행하면 명령어가 적용되는 실제 시간은 명령어 종류 및 카메라의 작동 상태에 따라 다릅니다. Set Exposure Time('set') 명령어를 제외한 모든 명령어는 아래 그림에서와 같이 readout 을 시작하기 전 REQ_Frame 신호가 상승할 때 적용되어 카메라 설정을 변경합니다. 'set' 명령어를 실행하면 노출을 시작할 때 노출 시간 설정이 변경되어 적용됩니다.

Trigger 모드에서 카메라를 작동할 경우에는 트리거 신호를 공급하기 전에 명령어를 실행하여 영상 출력과 해당 명령어의 동기화를 유지해야 합니다.

현재 카메라의 작동 상태를 확인하기 어려운 Free-Run 모드에서는 명령어를 실행하더라도 해당 명령어가 적용되지 않은 영상을 최대 2 장 획득할 수도 있습니다.

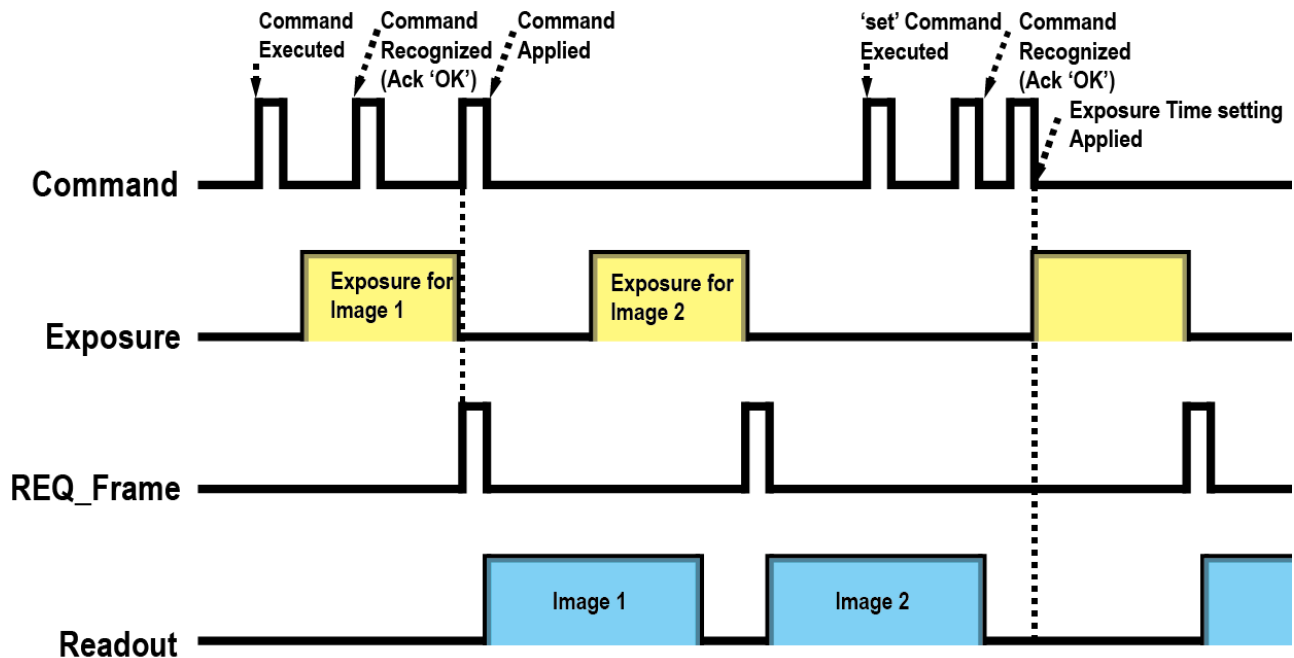


Figure 9.1 명령어 실제 적용 시간

9.3 User Set Control

사용자는 카메라 설정을 카메라 내부의 Flash 영역에 저장하거나 다시 불러올 수 있습니다. 저장 영역은 두 개를 지원하고 Load 영역은 세 개를 지원합니다. User Set Control 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Command		Value	Description
User Set Load	lcf	0: Default	Factory Default Setting 을 카메라에 Load
		1: User 1 Setting	User 1 Setting 을 카메라에 Load
		2: User 2 Setting	User 2 Setting 을 카메라에 Load
User Set Save	sct	1: User 1 Setting	현재 카메라 설정을 User 1 Setting 에 저장
		2: User 2 Setting	현재 카메라 설정을 User 2 Setting 에 저장
User Set Default	sci	0: Default	카메라 Reset 시 Factory Default Setting 적용
		1: User 1 Setting	카메라 Reset 시 User 1 Setting 적용
		2: User 2 Setting	카메라 Reset 시 User 2 Setting 적용

Table 9.1 Commands related to User Set Control

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

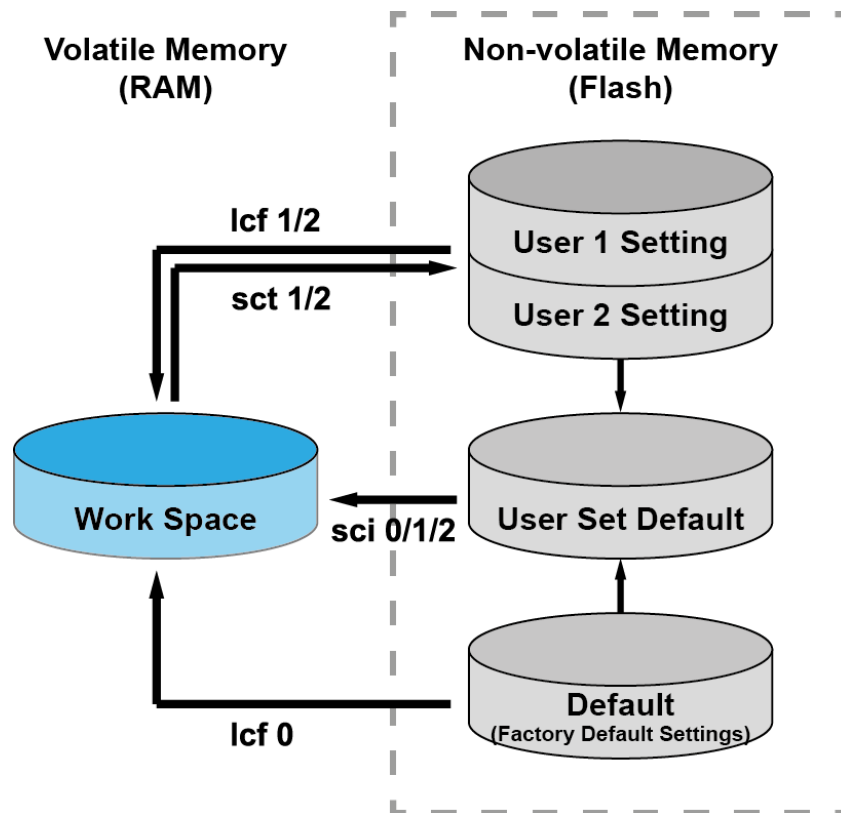


Figure 9.2 User Set Control

9.4 Command List

VC-50MC 카메라에서 제공하는 기능은 다음 명령어로 설정할 수 있습니다.

Command	Syntax	Return Value	Description
Help	help	String	모든 명령어 표시
Set Offset X	sox n	OK	ROI 시작 지점의 X 좌표
Get Offset X	gox	n	n: X axis offset
Set Offset Y	soy n	OK	ROI 시작 지점의 Y 좌표
Get Offset Y	goy	n	n: Y axis offset
Set Image Width	siw n	OK	ROI 폭 설정
Get Image Width	giw	n	n: Width 값 (Setting range: 384 - 7920)
Set Image Height	sih n	OK	ROI 높이 설정
Get Image Height	gih	n	n: Height 값 (Setting range: 4 - 6004)
Set Region Select	srs n	OK	Multi-ROI 설정 시 설정할 ROI 선택
Get Region Select	grs	n	n: ROI 번호 (0 - 9)
Set Region Mode	src 0 1	OK	Multi-ROI 설정 시 선택한 ROI 설정
Get Region Mode	grc	0 1	0: ROI 해제 1: ROI 설정
Set Region Offset X	srx n	OK	Multi-ROI 설정 시 선택한 ROI와 원점과의 수평 Offset 설정
Get Region Offset X	grx	n	
Set Region Offset Y	sry n	OK	Multi-ROI 설정 시 선택한 ROI와 원점과의 수직 Offset 설정
Get Region Offset Y	gry	n	
Set Region Width	srw n	OK	Multi-ROI 설정 시 선택한 ROI의 폭 설정
Get Region Width	grw	n	
Set Region Height	srh n	OK	Multi-ROI 설정 시 선택한 ROI의 높이 설정
Get Region Height	grh	n	
Update Multi-ROI	ast	OK	Multi-ROI 설정 값 업데이트

Table 9.2 Command List #1

Command	Syntax	Return Value	Description
Set Binning Mode Get Binning Mode	sbm 0 1 gbm	OK 0 1	Binning 모드 설정 0: Average 모드 1: Sum 모드
Set Binning Vertical factor Get Binning Vertical factor	sbv 1 2 gbv	OK 1 2	Binning factor 설정 1: Binning 해제 2: 2 × 2 Binning 설정
Set Binning Horizontal Get Binning Horizontal	sbh 1 2 gbh	OK 1 2	Binning Vertical 에 따라서 자동으로 변경
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 1 5 gts	OK 1 5	Trigger Mode 를 On 으로 설정한 경우 소스 신호 지정 1: CC1 5: External
Set Trigger Activation Get Trigger Activation	stp 0 1 gtp	OK 0 1	Trigger Mode 를 On 으로 설정한 경우 소스 신호의 Activation 모드 설정 0: Falling Edge 1: Rising Edge
Set Exposure Source Get Exposure Source	ses 0 1 ges	OK 0 1	Exposure 모드 설정 0: Timed 1: Trigger Width
Set Exposure Time Get Exposure Time	set n get	OK n	노출 시간 설정 n: 마이크로세컨드 단위의 노출 시간 (Setting range: 1 – 60,000,000 μ s)
Set Black Level Get Black Level	sbl n gbl	OK n	Black Level 설정 n: Black Level 값 (Setting range: 0 – 255)
Set Digital Gain Get Digital Gain	sdg n gdg	OK n	Gain 설정 n: Gain 값 (Setting range: 1.0 – 30.0)

Table 9.3 Command List #2

Command	Syntax	Return Value	Description
Set Test Image Get Test Image	sti 0 1 2 3 gti	OK 0 1 2 3	Test Image 설정 0: Test Image Off 1 2: 고정된 패턴 이미지 3: 움직이는 패턴 이미지
Set Data Bit Get Data Bit	sdb 8 10 12 gdb	OK 8 10 12	Pixel Format 설정 8: 8 bit 10: 10 bit 12: 12 bit
Set Camera Link Mode Get Camera Link Mode	scl 2 3 4 8 10 gcl	OK 2 3 4 8 10	Camera Link Output 모드 설정 2: 2 Tap 3: 3 Tap 4: 4 Tap 8: 8 Tap 10: 10 Tap
Set Camera Link Clock Selector Get Camera Link Clock Selector	sccs 0 1 gccs	OK 0 1	Camera Link Pixel Clock Speed 설정 0: 85 Mhz 1: 65 Mhz
Set Defect Correction Get Defect Correction	sdc 0 1 gdc	OK 0 1	Defect Pixel Correction 기능 설정 0: Defect Pixel Correction 기능 해제 1: Defect Pixel Correction 기능 활성화
Set Horizontal Flip Get Horizontal Flip	shf 0 1 ghf	OK 0 1	Reverse X (Horizontal Flip) 기능 설정 0: Reverse X 기능 해제 1: Reverse X 기능 활성화
Generate Flat Field Data	gfd	OK	Flat Field Generator 실행
Set Flat Field Data Selector Get Flat Field Data Selector	sfds 0 1 2 3 4 gfds	OK 0 1 2 3 4	Flat Field 데이터 영역 선택 0: Factory default 영역 1 ~ 4: 사용자 설정 영역
Save Flat Field Data	sfd	OK	생성한 Flat Field 데이터를 선택한 Flat Field 데이터 영역에 저장
Load Flat Field Data	lfd	OK	비휘발성 메모리에 저장된 Flat Field 데이터를 휘발성 메모리로 불러옴

Table 9.4 Command List #3

Command	Syntax	Return Value	Description
Generate DSNU Data	gdd	OK	DSNU 데이터 생성
Save DSNU Data	sdd	OK	DSNU 데이터를 비휘발성 메모리에 저장
Set Line Output Source Get Line Output Source	slos 0 1 2 5 7 glos	OK 0 1 2 5 7	입/출력 단자 소스 신호 설정 0: Line 출력 해제 1: Exposure 2: Frame 5: User Output 7: Timer
Set Line Output Inverter Get Line Output Inverter	sloi 0 1 gloi	OK 0 1	Line 출력 신호 반전 여부 설정 0: Line 출력 반전 해제 1: Line 출력 반전
Set User Output Value Get User Output Value	suov 0 1 guov	OK 0 1	사용자 설정 값 설정 0: Bit 를 Low 로 설정 1: Bit 를 High 로 설정
Set Timer Trigger Source Get Timer Trigger Source	stts 0 1 gtts	OK 0 1	Timer 출력 신호의 소스 신호 설정 0: Timer 출력 신호 해제 1: Exposure
Set Timer Duration Get Timer Duration	stdu n gtdu	OK n	Timer 출력 신호의 주기 설정 n: 0 – 60,000,000 μ s
Set Timer Delay Get Timer Delay	stdl n gtdl	OK n	Timer 출력 신호의 지연 시간 설정 n: 0 – 60,000,000 μ s
Set Timer Trigger Activation Get Timer Trigger Activation	stta 0 1 2 3 gtta	OK 0 1 2 3	Timer 출력 신호의 Activation 모드 설정 0: Falling Edge 1: Rising Edge 2: Level Low 3: Level High
Set Debounce Time Get Debounce Time	sdbt n gdbt	OK n	Debounce 시간 설정 n: 마이크로세컨드 단위의 Debounce 시간

Table 9.5 Command List #4

Command	Syntax	Return Value	Description
Set Fan Mode Get Fan Mode	sfm 0 1 2 gfm	OK 0 1 2	Fan 작동 모드 설정 0: Fan Off 1: Fan On 2: Temperature
Set Target Temperature Get Target Temperature	stt n gtt	OK n	Fan 작동 모드를 Temperature 로 설정한 경우 Fan 작동 온도 설정 n: -10°C - 80°C
Set AWB Offset X Get AWB Offset X	swx n gwx	OK n	AWB 용 ROI 와 원점과의 수평 Offset 설정
Set AWB Offset Y Get AWB Offset Y	swy n gwy	OK n	AWB 용 ROI 와 원점과의 수직 Offset 설정
Set AWB Width Get AWB Width	sww n gww	OK n	AWB 용 ROI 의 폭 설정
Set AWB Height Get AWB Height	swh n gwh	OK n	AWB 용 ROI 의 높이 설정
Set RGB Gain Get RGB Gain	srg r g b g grg r g b	OK g	컬러 픽셀의 강도 설정 r g b: Red / Green / Blue 픽셀 g: Gain 값 (×1.0 ~ ×4.0)
Auto White Balance	arg	OK	Auto White Balance 한 번 실행
Load Config. From	lcf 0 1 2	OK	카메라 설정 값 불러오기 0: Factory Default Setting 을 카메라에 Load 1: User 1 Setting 을 카메라에 Load 2: User 2 Setting 을 카메라에 Load
Save Config. To	sct 1 2	OK	카메라 설정 값 저장 1: User 1 Setting 에 저장 2: User 2 Setting 에 저장
Set Config. Initialization Get Config. Initialization	sci 0 1 2 gci	OK 0 1 2	카메라 Reset 시 적용할 설정 값 지정 0: Factory Default Setting 1: User 1 Setting 2: User 2 Setting

Table 9.6 Command List #5

Command	Syntax	Return Value	Description
Get Model Name	gmn	String	카메라 모델 이름 표시
Get MCU Version	gmv	String	카메라 MCU 버전 표시
Get FPGA Version	gfv	String	카메라 FPGA 버전 표시
Get Serial Number	gsn piece	String	카메라 시리얼 번호 표시
Get Current Temperature	gct	String	카메라 내부 온도를 섭씨 단위로 표시
Reset Hardware	rst	String	카메라 Reset 실행

Table 9.7 Command List #6

10 Configurator GUI

Configurator 는 VC-50MC 카메라를 컨트롤하기 위해 함께 제공되는 샘플 애플리케이션입니다.

Configurator 는 앞 장에서 설명한 명령어를 사용하고, 사용자가 보다 쉽게 카메라를 제어할 수 있도록 GUI(Graphic User Interface)를 제공합니다.

10.1 Camera Scan

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

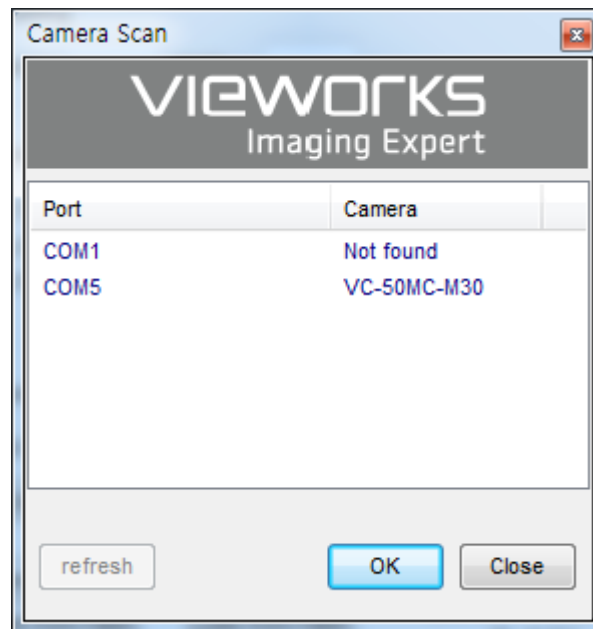


Figure 10.1 Configurator Loading Window

10.2 메뉴

Configurator 의 메뉴 모음에서는 File, Start-Up, Tool 및 About 메뉴를 제공합니다.

10.2.1 File

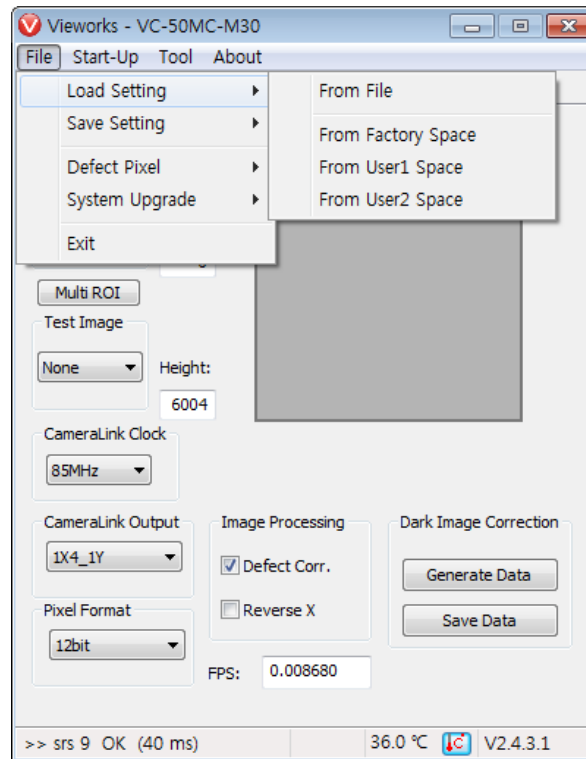


Figure 10.2 File 메뉴

- **Load Setting:** 카메라의 설정 값을 불러옵니다. 사용자 컴퓨터의 파일 또는 카메라 내부의 설정 값 저장 영역(Factory, User1, User2)으로부터 불러올 수 있습니다.
- **Save Setting:** 카메라의 설정 값을 저장합니다. 사용자 컴퓨터의 파일 또는 카메라 내부의 설정 값 저장 영역(User1, User2)에 저장할 수 있습니다.
- **Defect Pixel:** Defect 정보를 카메라에 다운로드(Download to Camera)하거나, 카메라에 저장된 Defect 정보를 사용자 컴퓨터로 업로드(Upload to PC)합니다.
- **System Upgrade:** MCU 또는 FPGA 로직을 업그레이드합니다.
- **Exit:** 프로그램을 종료합니다.

10.2.2 Start-Up

카메라의 전원이 켜질 때 설정 값을 불러올 영역을 선택하는 메뉴입니다.

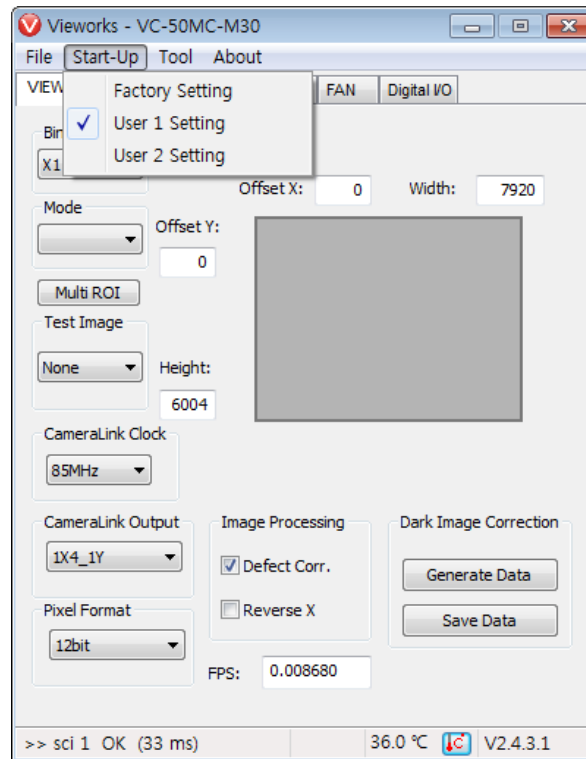


Figure 10.3 Start-Up 메뉴

- **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.

10.2.3 Tool

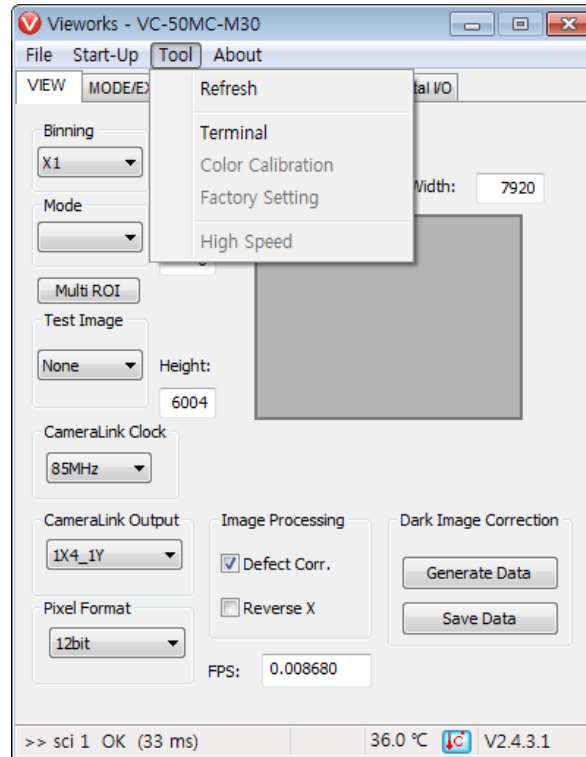


Figure 10.4 Tool 메뉴

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

10.2.4 About

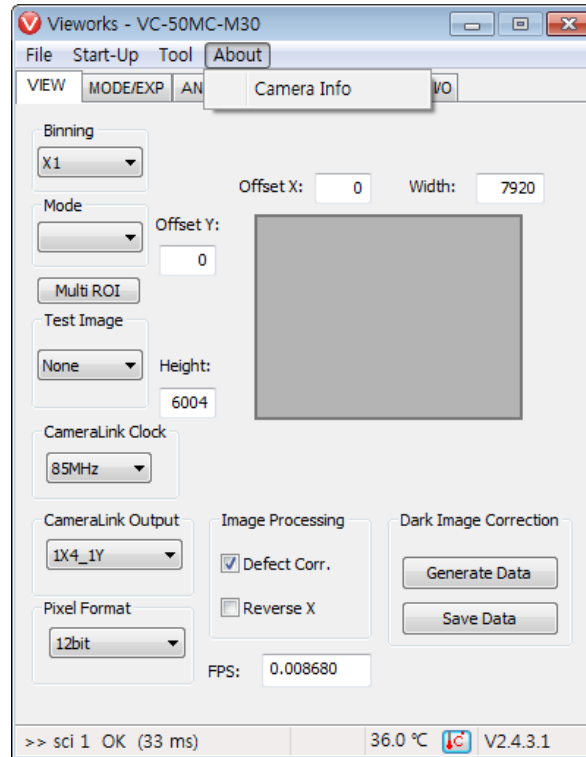


Figure 10.5 About 메뉴

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

10.3 탭

10.3.1 VIEW 탭

카메라의 ROI, Binning, 테스트 이미지 모드, Camera Link Pixel Clock Speed, Camera Link Output, Pixel Format, 이미지 처리, Dark Image Correction 등의 기능을 제어할 수 있는 탭입니다.

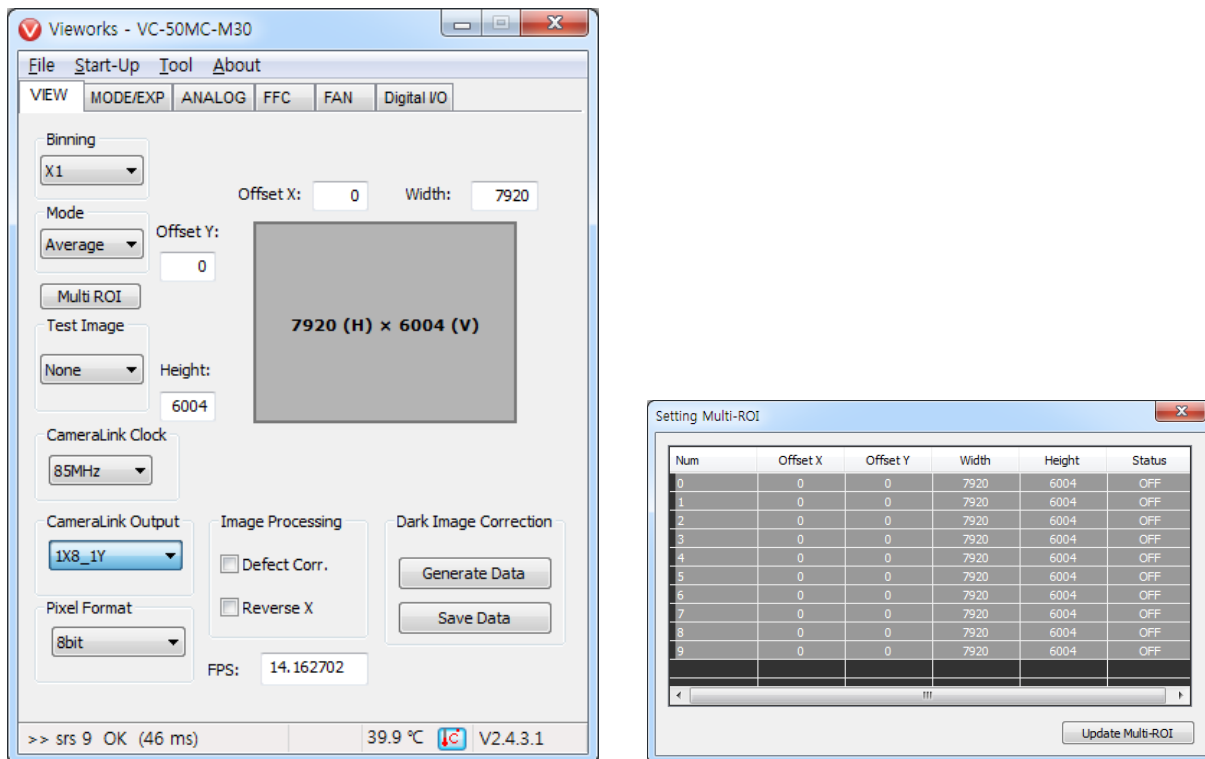


Figure 10.6 VIEW Tab

- **Binning / Mode:** 카메라의 Binning 모드를 설정합니다.
- **Offset X, Offset Y, Width, Height:** 카메라의 ROI 를 설정합니다.
- **Multi-ROI:** Multi-ROI 를 설정하기 위한 **Setting Multi-ROI** 창을 표시합니다.
- **Test Image:** 테스트 이미지 적용 여부와 종류를 선택합니다.
- **Camera Link Clock:** Camera Link Pixel Clock Speed 를 선택합니다.
- **Camera Link Output:** Camera Link 출력 모드를 설정합니다.
- **Pixel Format:** 데이터 출력 폭을 설정합니다.
- **Imaging Processing:** Defect Pixel Correction 및 Reverse X 기능의 On/Off 를 설정합니다.
- **Dark Image Correction:** DSNU 보정 값을 생성하고 저장합니다.

10.3.2 MODE/EXP 탭

Trigger 모드 및 노출 시간 설정을 위한 탭입니다.

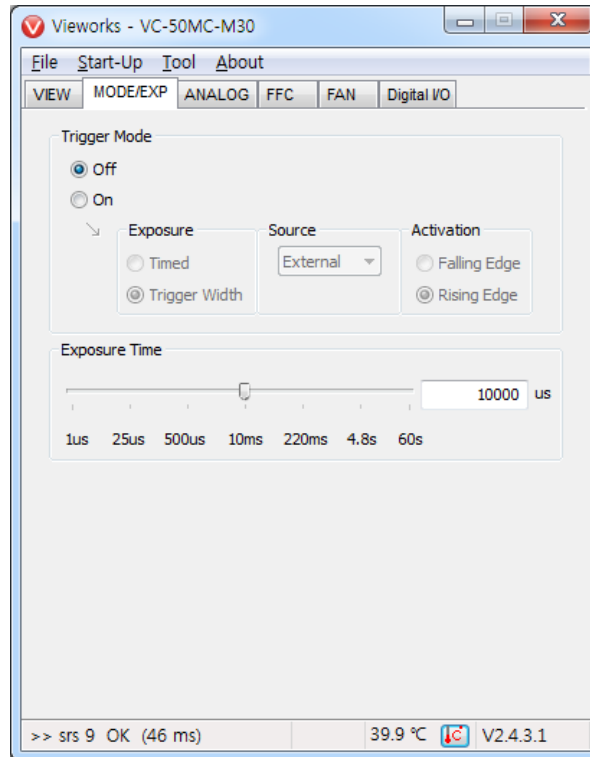


Figure 10.7 MODE/EXP Tab

- **Trigger Mode:** Trigger Mode 를 설정합니다. Trigger Mode 를 On 으로 설정하면 관련 옵션이 모두 활성화됩니다.
- **Exposure:** Exposure 모드를 설정합니다.
- **Source:** 트리거 신호 역할을 할 소스 신호를 지정합니다.
- **Activation:** 트리거 입력 신호의 극성을 선택합니다.
- **Exposure Time:** Trigger Mode 를 Off 로 설정하거나 Exposure 를 Timed 로 설정한 경우 노출 시간을 설정합니다.

10.3.3 ANALOG 탭

영상의 Gain 과 Black Level Offset 설정을 위한 탭입니다.

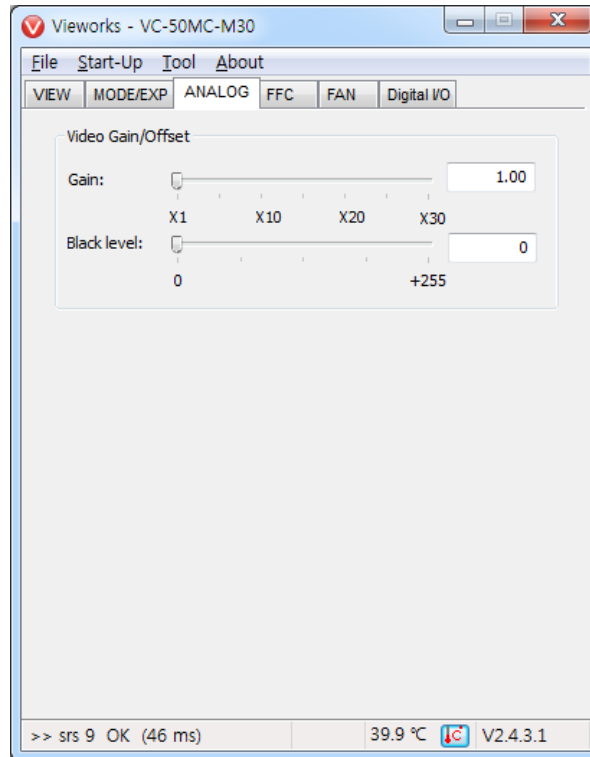


Figure 10.8 ANALOG Tab

- **Gain:** 영상의 Gain 값을 설정합니다.
- **Black Level:** 영상의 Black Level 값을 설정합니다.

10.3.4 FFC 탭

Flat Field Correction 설정을 위한 탭입니다.

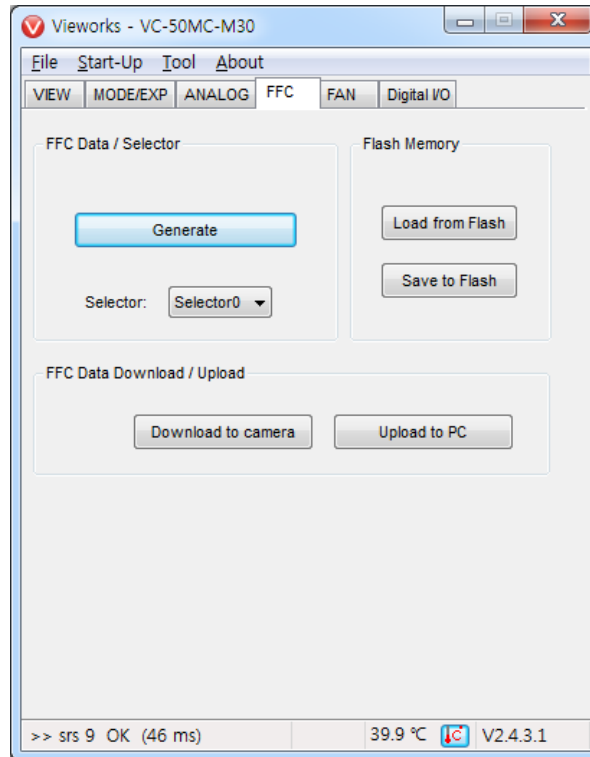


Figure 10.9 FFC Tab

- **FFC Data Generate:** 보정에 사용할 Flat Field 데이터를 생성합니다.
- **FFC Data Selector:** Flat Field 데이터를 저장 또는 불러올 영역을 선택합니다.
- **Flash Memory:** 생성한 Flat Field 데이터를 이후에도 다시 사용하기 위해 Flash에 저장하거나(Save to Flash), 저장되어 있는 Flat Field 데이터를 불러옵니다(Load from Flash).
- **FFC Data Download / Upload:** 사용자 컴퓨터에서 카메라로 Flat Field 데이터를 다운로드하거나(Download to camera), 카메라에 저장된 Flat Field 데이터를 사용자 컴퓨터로 업로드합니다(Upload to PC).

10.3.5 FAN 탭

팬의 작동 여부 및 운용 온도를 설정합니다.

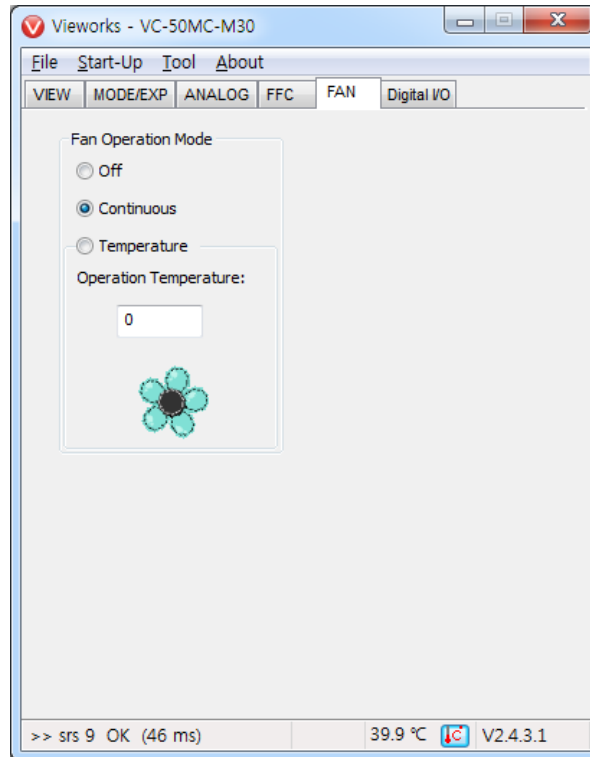


Figure 10.10 FAN Tab

- **Fan Operation Mode:** 팬의 작동 여부를 설정합니다.
- **Operation Temperature:** Temperature 를 선택한 경우 Fan 의 작동 온도를 설정합니다.

10.3.6 Digital I/O 탭

VC-50MC 카메라의 출력 단자를 다양한 모드로 사용할 수 있습니다. Digital I/O 탭에서 카메라의 출력 단자 모드를 설정합니다.

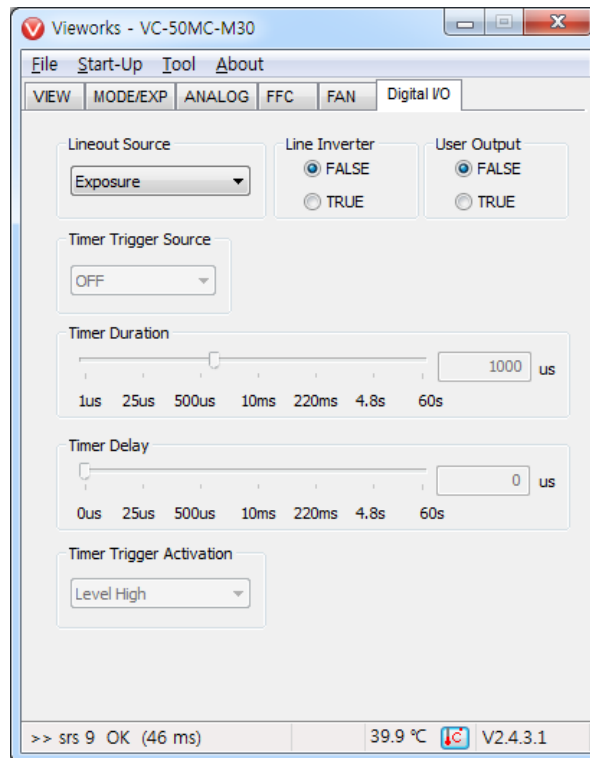


Figure 10.11 Digital I/O Tab

- **Lineout Source:** Line 출력 신호의 소스 신호를 지정합니다.
- **Line Inverter:** Line 출력 신호의 반전 여부를 설정합니다.
- **User Output:** 사용자 출력 값을 설정합니다.
- **Timer Trigger Source:** Timer 출력 신호의 소스 신호를 지정합니다.
- **Timer Duration:** Timer 출력 신호의 주기를 설정합니다.
- **Timer Delay:** Timer 출력 신호를 출력하기 전에 적용할 지연 시간을 설정합니다.
- **Timer Trigger Activation:** Timer 출력 신호의 활성화 모드를 설정합니다.

10.3.7 AWB 탭 (Color Camera Only)

VC-50MC 컬러 카메라에서는 Auto White Balance 기능을 사용할 수 있습니다. AWB 탭에서 AWB 용 ROI 를 설정하거나 White Balance 를 설정할 수 있습니다.

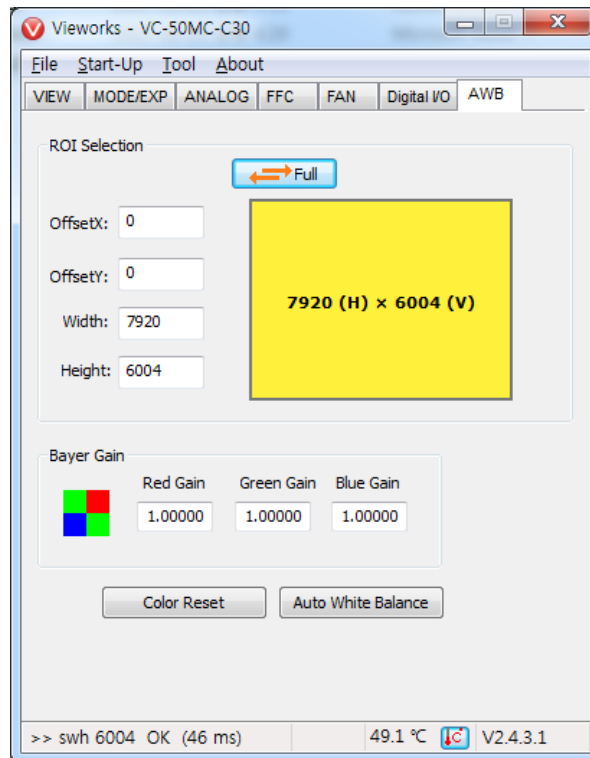


Figure 10.12 AWB Tab (Color Camera Only)

- **Offset X, Offset Y, Width, Height:** Auto White Balance 를 적용할 ROI 를 설정합니다.
- **Bayer Gain:** Red, Green 및 Blue 픽셀에 적용할 gain 값을 설정합니다.
- **Color Reset:** Red, Green 및 Blue 픽셀에 적용한 gain 값을 초기화합니다.
- **Auto White Balance:** White Balance 조정을 1 회 자동으로 수행합니다.

11 제품 동작 이상 확인 및 조치

제품이 이상 작동을 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 시간이 적절한 지 확인하십시오.
 - 조리개가 닫혀 있는지 확인하십시오.
 - Gain 값이 너무 작게 설정되어 있는지 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 Grabber의 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 Frame Grabber에 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 한번 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
- 정격 전원 이외의 전원 연결 시
- 사용자 임의로 분해 및 수리한 경우
- 재해에 의한 고장(화재, 침수, 낙뢰 등)

고장내용 기록

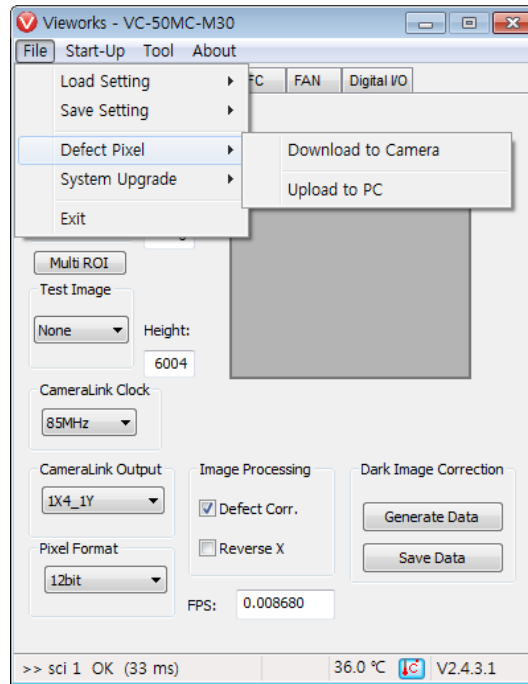
Appendix A Defect Pixel Map Download

- 엑셀에서 아래 왼쪽 그림처럼 Defect Pixel Map 데이터를 작성하고 CSV 파일(*.csv)로 저장합니다.
오른쪽 그림은 작성한 파일을 메모장에서 열었을 때의 모습입니다. 작성 시 적용되는 규칙은 다음과 같습니다.
 - ‘:’ 또는 ‘--’로 시작하는 라인은 주석으로 처리됩니다.
 - 각 행은 수평 좌표 값, 수직 좌표 값순으로 작성합니다.
 - 픽셀의 입력 순서는 무관합니다.

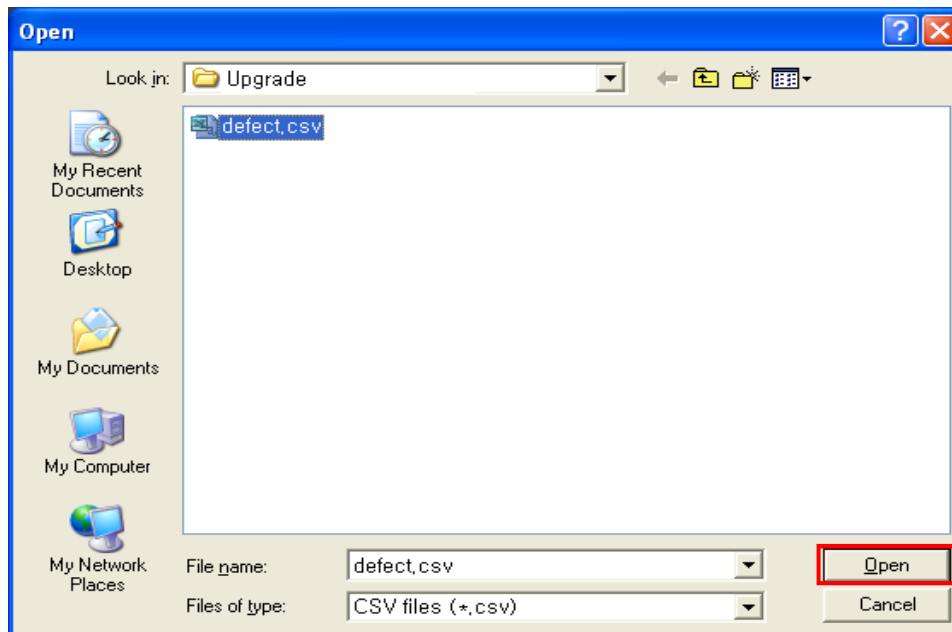
	A	B	C
1	:comment line		
2	-- comment line		
3	-- H	Y	
4	2011	3	
5	178	7	
6	52	8	
7	699	8	
8	268	10	
9	1112	10	
10	1713	12	
11	608	16	
12			

```
defectDataa.csv - 메모장
파일(F) 편집(E) 서식(O) 보기
:comment line,
-- comment line,
-- H, Y
2011,3
178,7
52,8
699,8
268,10
1112,10
1713,12
608,16
```

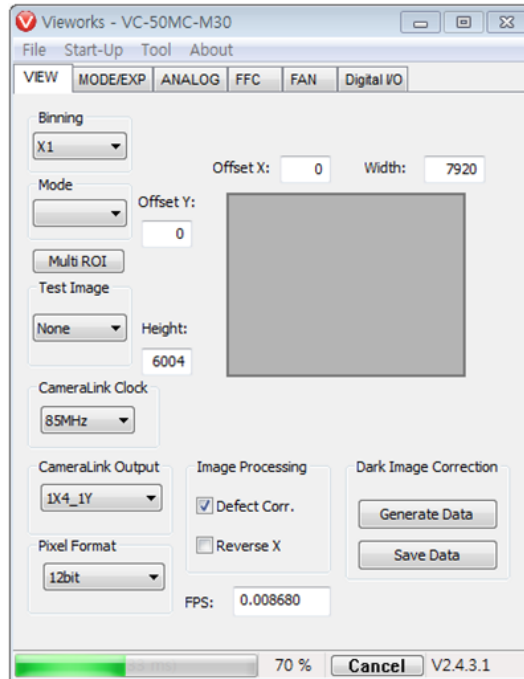
2. Configurator 에서 **File > Defect Pixel > Download to Camera** 를 선택합니다.



3. 작성한 파일을 선택하고 **열기** 버튼을 누릅니다.



4. 카메라로 Defect Pixel Map 데이터의 전송이 진행되고 하단에 진행 상황이 표시됩니다.

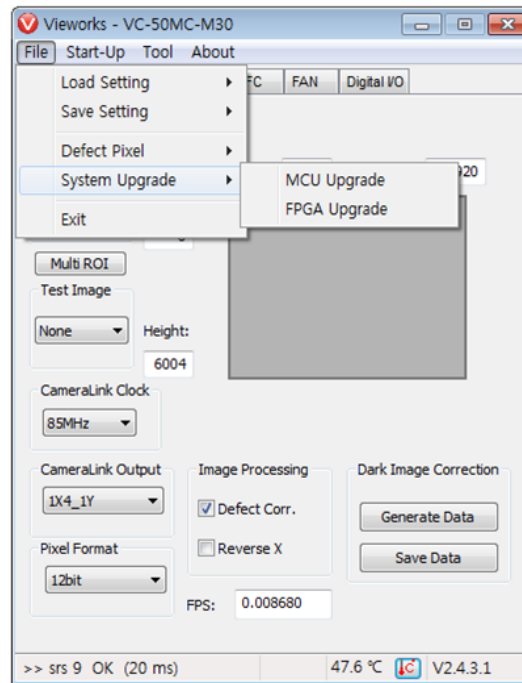


5. 다운로드가 완료되면 저장 과정이 진행됩니다. 저장 과정이 진행되는 동안 전원이 분리되지 않도록 주의하십시오.
6. 모든 과정이 완료되면 하단에 **Download completed** 란 메시지가 표시됩니다.

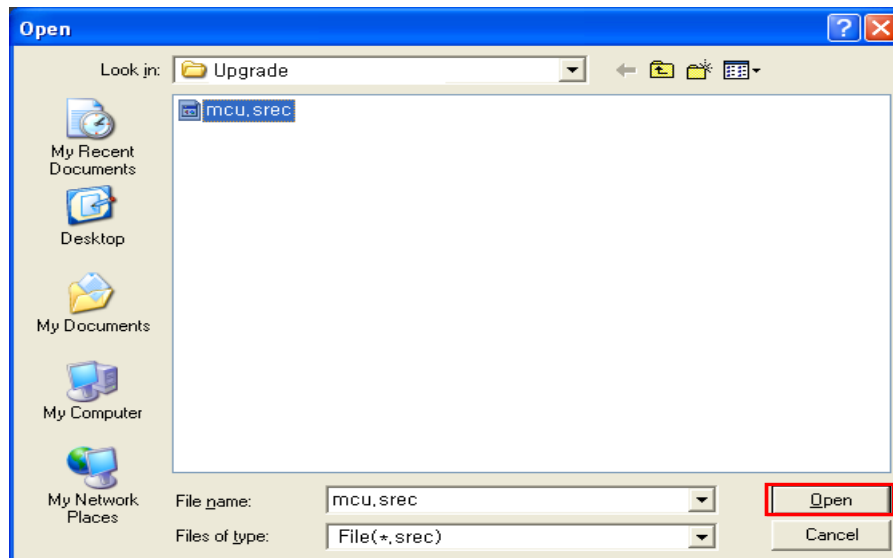
Appendix B Field Upgrade

B.1 MCU

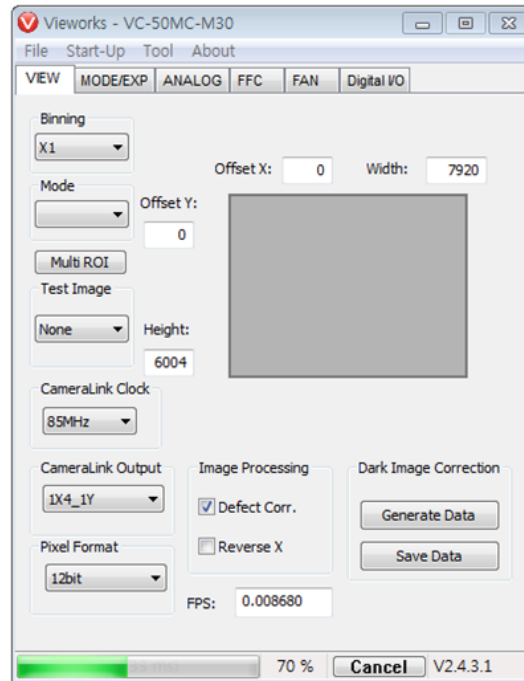
1. Configurator 에서 **File > System Upgrade > MCU Upgrade** 를 선택합니다.



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



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

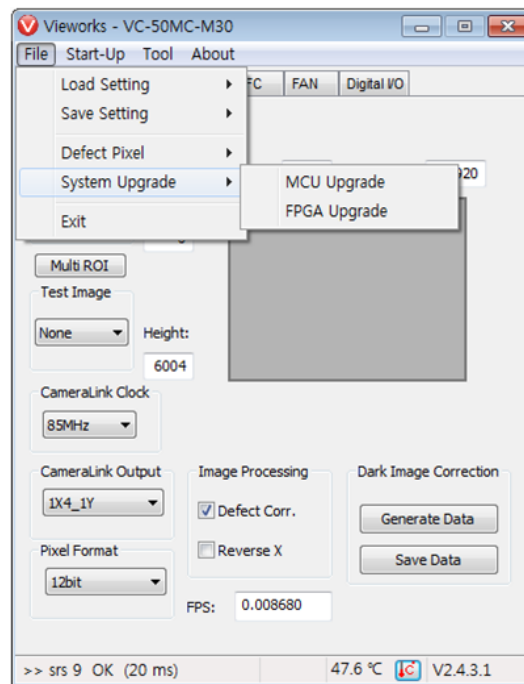


4. 다운로드가 완료되면 저장 과정이 진행됩니다. 저장 과정이 진행되는 동안 전원이 공급되지 않으면 카메라를 복구할 수 없으므로 전원 케이블이 분리되지 않도록 주의하십시오.
5. 모든 과정이 완료되면 전원을 껐다 켜 후 **Tool > Terminal** 을 선택하고 'gmv' 명령어를 입력해서 버전을 확인합니다. 또한, **About > Camera Info** 를 선택해서 MCU 버전을 확인할 수도 있습니다.



B.2 FPGA

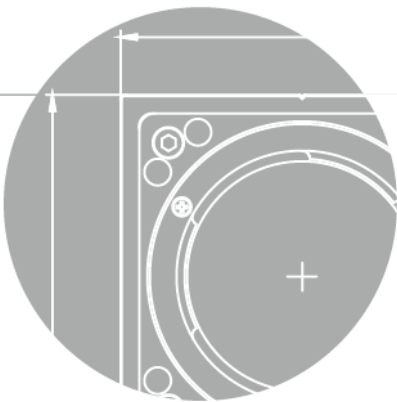
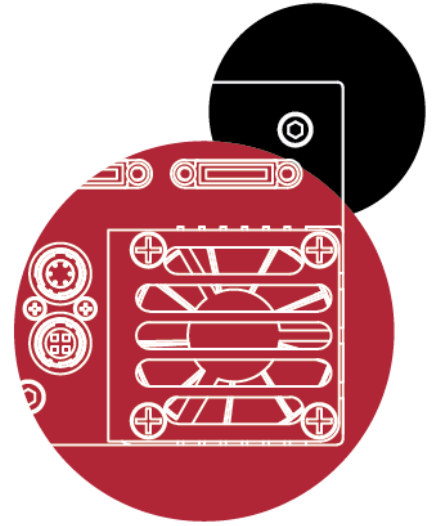
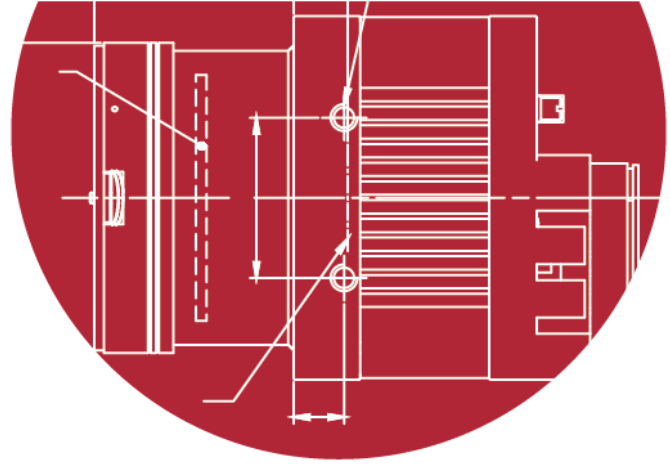
1. Configurator 에서 **File > System Upgrade > FPGA Upgrade** 를 선택합니다.



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://www.vieworks.com>

vieworks@vieworks.com