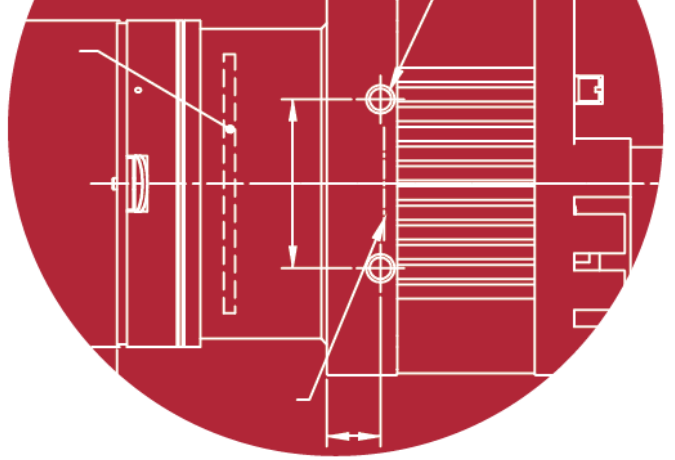


VC-71MC

User Manual



한국어

VC-71MC-M/C 4



VIEWWORKS
Imaging Expert

Revision History

Revision	Date	Description
1.0	2016-06-01	최초 릴리스
1.1	2017-03-24	일부 오타 수정

목차

1	주의사항	6
2	보증범위	8
3	사용자 안내문	8
4	제품 구성	9
5	제품 규격	10
5.1	Overview	10
5.2	Specification.....	11
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	24
8	Camera Features	25
8.1	Region of Interest (ROI).....	25
8.2	Trigger Mode.....	27
8.2.1	Free-Run 모드	28
8.2.2	External Sync 모드	30
8.2.3	Exposure와 Readout Overlap	31
8.3	노출 시간 설정.....	32

8.4	Rolling Shutter	33
8.5	Camera Link Output.....	34
8.6	Gain 및 Offset.....	35
8.7	Defective Pixel Correction.....	36
8.7.1	보정 방법	36
8.8	Flat Field Correction.....	37
8.9	Dark Image Correction.....	39
8.9.1	Dark Image 보정 순서.....	39
8.10	White Pixel 증상	40
8.11	Auto White Balance	41
8.12	Temperature Monitor.....	41
8.13	Status LED.....	41
8.14	Data Format.....	42
8.15	Test Image	43
8.16	Strobe	45
8.16.1	Strobe Type	45
8.16.2	Strobe Polarity.....	46
8.17	Field Upgrade	46
9	Camera Configuration.....	47
9.1	설정 명령.....	47
9.2	명령어 실제 적용 시간	49
9.3	파라미터 저장 영역.....	50
9.4	Command List.....	52
10	Configurator GUI	55
10.1	Camera Scan.....	55
10.2	메뉴.....	56
10.2.1	File.....	56
10.2.2	Start-Up	57
10.2.3	Tool	58
10.2.4	About	59
10.3	탭	60
10.3.1	VIEW 탭.....	60
10.3.2	MODE/EXP 탭.....	61
10.3.3	ANALOG 탭	62
10.3.4	FFC 탭.....	63

11	제품 동작 이상 확인 및 조치	64
Appendix A	Defective Pixel Map Download	66
Appendix B	Field Upgrade	69
B.1	MCU.....	69
B.2	FPGA.....	72

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. 고온 하에 본 제품을 보관하지 마십시오. 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 전원 입력 범위는 [5.2 절 Specification](#)을 참조하십시오(※제조사 (주)뷰웍스는 어댑터를 제공하지 않음).
- 카메라의 전원 배선 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.

- 이온 에어건을 사용하여 오염 물질을 제거합니다.
이 단계에서 오염 물질이 제거되지 않으면, 다음 단계를 진행합니다.
- 면봉(non-fluffy cotton buds)에 렌즈 세정제를 한 방울을 떨어뜨리고 센서의 오염 물질을 닦아냅니다.
- 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.
- 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 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, 매뉴얼에 명시된 사용 조건에서 사용하지 않을 경우
- 벼락, 지진, 화재, 홍수 등으로 인한 자연재해
- 허가 없이 장비의 부품 및 Software 를 교체하거나 개조하여 문제가 발생한 경우

제품의 문의나 서비스가 필요할 시, 판매처나 제조사로 연락 바랍니다.

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-71MC <F-mount>



지지대 고정장치 (Optional)



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



- Tilt 조절용 M5 Set Screw를 사용하여 tilt를 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 Overview

VC-71MC 카메라는 산업계에서 인정 받은 VC series 에 새로 추가된 71 메가픽셀 해상도의 CMOS 카메라로 Camera Link 인터페이스를 채용했습니다. CMOSIS 의 최신 71 메가픽셀 CMOS 센서(CHR70M) 기술을 사용하여 최대 해상도에서 4fps 의 속도를 제공합니다. 세계 최고의 FPD 제조사에서 인정한 뷰웍스의 혁신적인 기술을 통해 VC-71MC 카메라는 고속 영상 처리 기능과 함께 균일한 영상을 제공합니다. 고품질 영상 균일성과 고해상도를 갖춘 VC-71MC 카메라는 FPD, PCB 및 반도체 검사 등의 애플리케이션에 적합합니다.

주요 특징

- High Speed 71 Megapixel CMOS Imaging Sensor
- Electronic Exposure Time Control (Rolling Shutter)
- Output Pixel Format: 8 / 10 / 12 bit
- Strobe Output
- Defective Pixel Correction
- Camera Link Medium Interface
- Camera Link Output Mode: 2 Tap / 4 Tap Normal / 4 Tap High Speed
- Gain/Offset Control
- Test Image
- LVDS (RS-644) Serial Communication by Camera Link Interface
- Temperature Monitor
- Field Upgrade
- Dark Image Correction
- Flat Field Correction

5.2 Specification

VC-71MC 카메라의 사양은 다음과 같습니다.

Specifications	VC-71MC-4
Resolution (H x V)	10000 × 7096
Sensor	CMOSIS CHR70M
Sensor Size (mm ²)	31.00 × 22.00 (Diagonal: 38 mm)
Sensor Type	High Speed Progressive Scan CMOS Imaging Sensor
Pixel size	3.1 μm × 3.1 μm
Interface	Camera Link
Electronic Shutter	Rolling Shutter
Max. Frame Rate	2 Tap: 2.1 fps
	4 Tap Normal Speed: 3.0 fps
	4 Tap High Speed: 4.2 fps
Transfer Time	2 Tap: 476 ms
	4 Tap Normal Speed: 335 ms
	4 Tap High Speed: 238 ms
Pixel Data Format	8 bit / 10 bit / 12 bit
Camera Link Pixel Clock	60 MHz / 85 MHz
Exposure Time	66 μs ~ 7 sec (1 line step)
Black Offset	0 ~ 63 LSB, 64 step
Video Gain	0 ~ 12 dB, 64 step
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
Dynamic Range	63 dB
Lens Mount	F-mount
Power	10 ~ 38 V DC, Typ. 7.5 W
Environmental	Operating: 0°C ~ 40°C, Storage: -40°C ~ 70°C
Mechanical	68 mm × 68 mm × 103 mm, 420 g (with F-mount)
Configuration SW	Configurator

Table 5.1 VC-71MC 사양

5.3 Camera Block Diagram

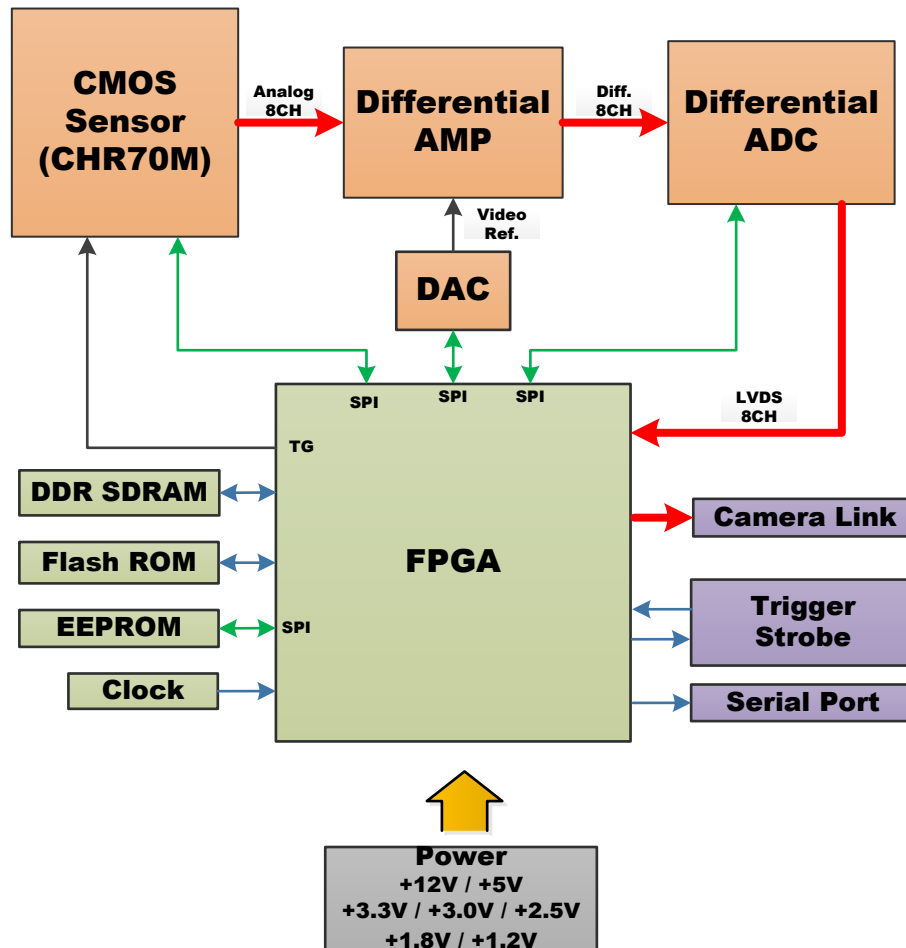


Figure 5.1 Camera Block Diagram

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, FPGA의 외부에는 마이크로 컨트롤러의 작동을 위한 FLASH와 영상 처리를 위한 DDR2가 장착되어 있습니다.

5.4 Sensor Information

다음 그래프는 VC-71MC 컬러 및 흑백 카메라에 대한 스펙트럼 응답 특성을 보여줍니다.

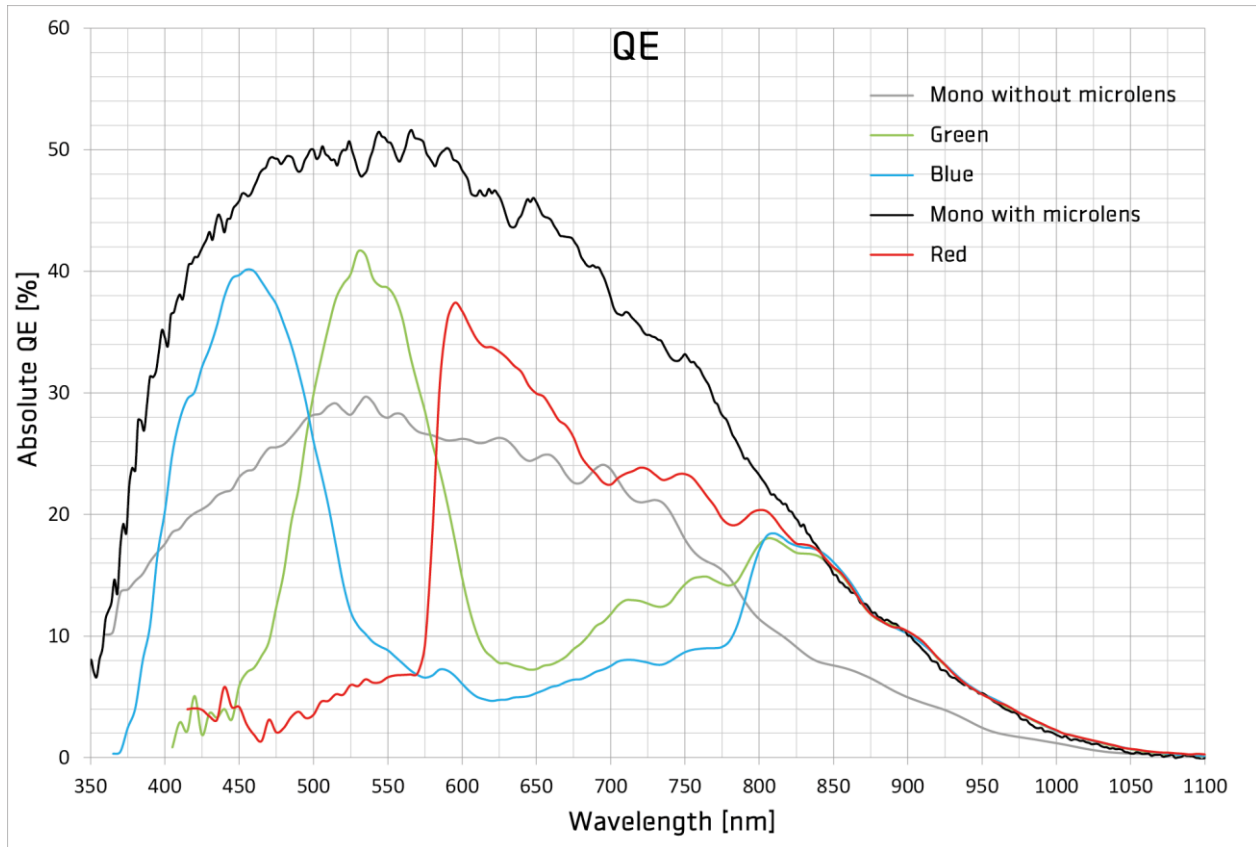


Figure 5.2 VC-71MC 모노 및 컬러 Spectral Response

5.5 Mechanical Specification

다음 도면은 밀리미터 단위의 카메라 치수를 나타냅니다.

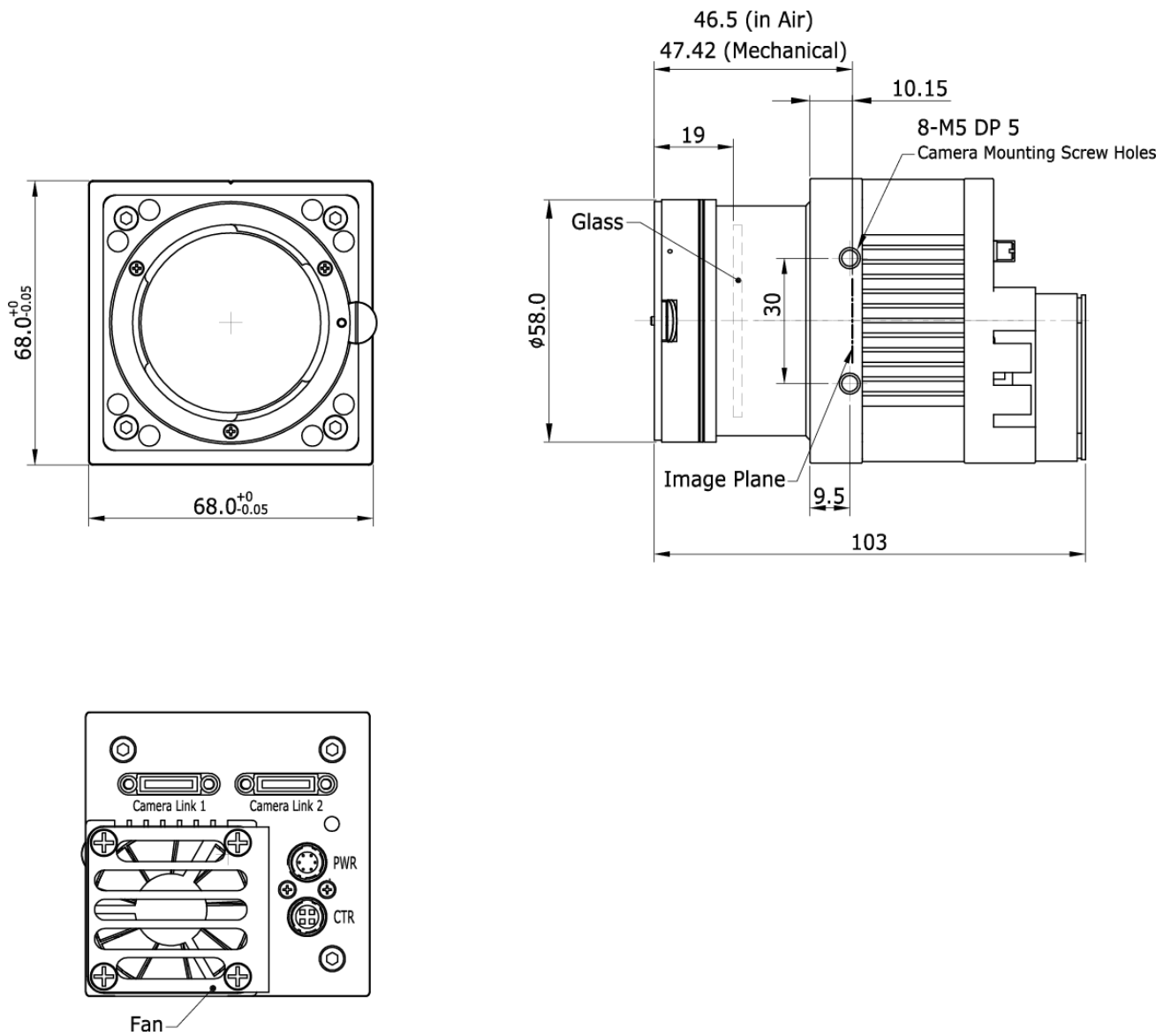


Figure 5.3 VC-71MC Camera Link F-mount Mechanical Dimension

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 참조하세요.

다음 절차에 따라 사용자 PC 에 카메라를 연결합니다.

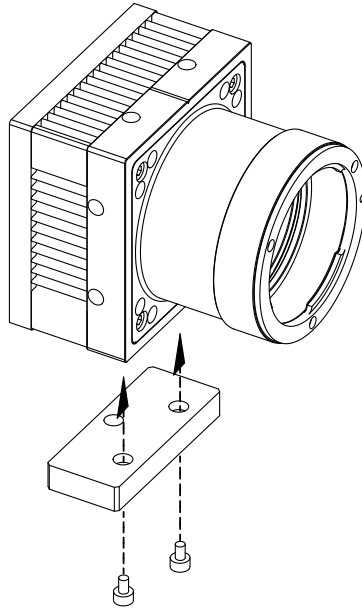
1. 카메라와 전원 공급 장치가 분리되어 있는지, PC 의 전원이 꺼져 있는지 확인하세요.
2. Camera Link 케이블의 한쪽 끝을 카메라의 Camera Link1 커넥터에 꽂고 다른 끝은 Camera Link Frame Grabber 에 연결합니다.
3. Camera Link 케이블의 한쪽 끝을 카메라의 Camera Link2 커넥터에 꽂고 다른 끝은 Camera Link Frame Grabber 의 Medium/Full 커넥터에 연결합니다.
4. 전원 어댑터를 카메라의 전원 입력 잭에 연결합니다.
5. 전원 어댑터의 플러그를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

Camera Link Medium Configuration 사용 시 주의사항



VC-71MC 카메라는 Camera Link Base 및 Medium Configuration 을 지원합니다. Camera Link Medium 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 문의해 주십시오.

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 문의해 주십시오.

6.4 카메라 제어

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

7 Camera Interface

7.1 General Description

카메라의 후면부에는 4 종류의 커넥터와 상태표시 LED 가 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): 비디오 데이터 전송
- ③ Status LED: 전원 표시 및 작동 모드 표시
- ④ 6 핀 전원 입력 단자: 카메라 전원 입력
- ⑤ 4 핀 컨트롤 입/출력 단자: 외부 트리거 신호 입력 및 Strobe 출력

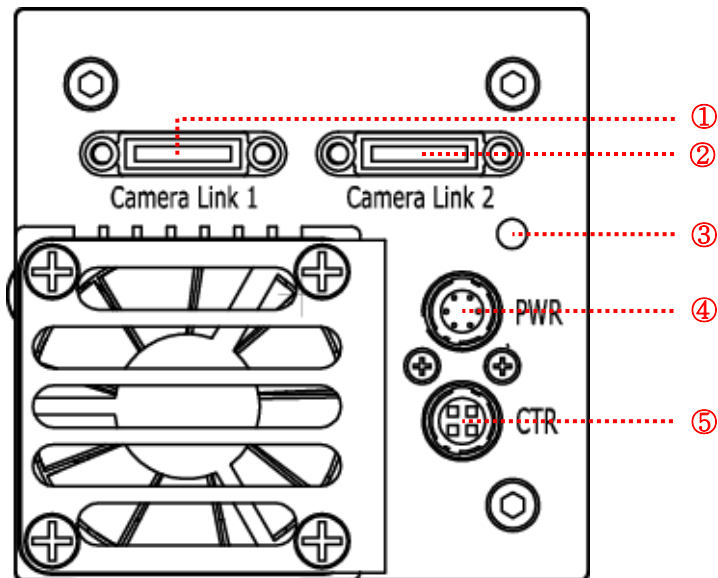


Figure 7.1 VC-71MC Camera 뒷면 패널

7.2 Camera Link 커넥터

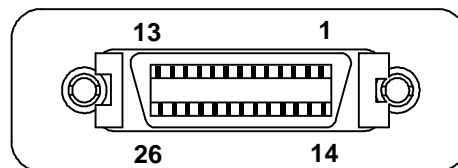


Figure 7.2 Camera Link 커넥터

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-71MC-4	2 Tap	BASE	O	X
	4 Tap Normal	MEDIUM	O	O
	4 Tap High	MEDIUM	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 Connector2 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.

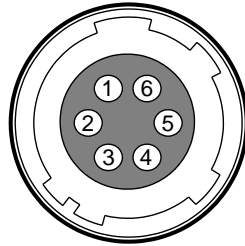


Figure 7.3 전원 입력 단자의 핀 배치도

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 이용하여 구성할 수 있으며, 전원 공급 장치는 12 V DC \pm 10% 전압 출력에 1 A 이상 전류 출력을 가지는 전원 어댑터의 사용을 추천합니다(※ 제조사 ㈜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 인가할 경우 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.

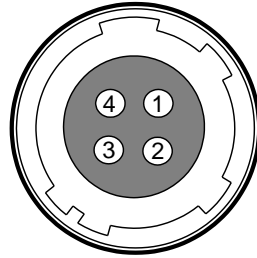


Figure 7.4 컨트롤 입/출력 단자 핀 배치도

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. 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.

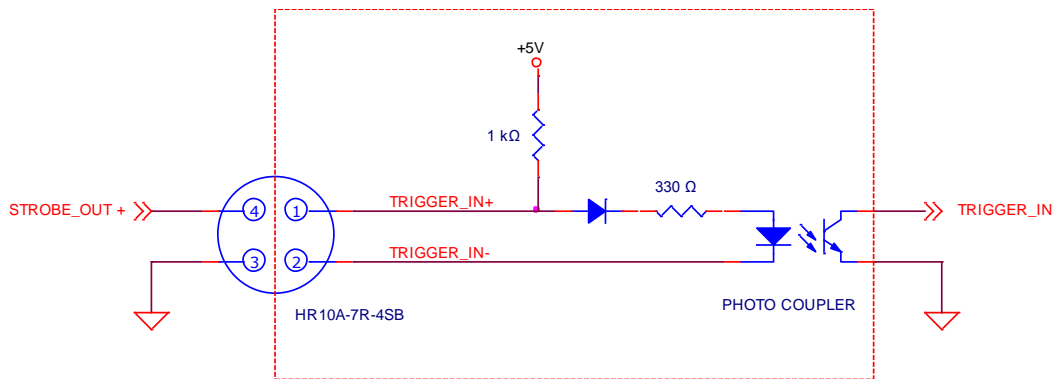


Figure 7.5 Trigger Input Schematic

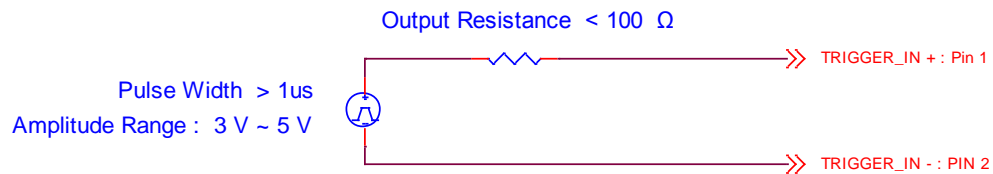


Figure 7.6 Recommended Pulse Trigger Driver Input

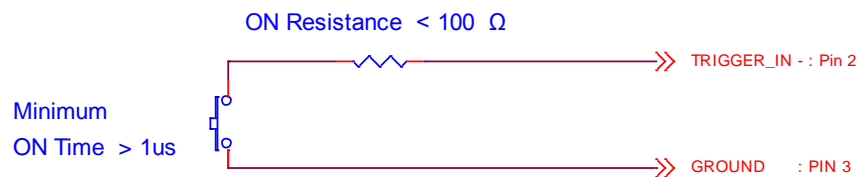


Figure 7.7 Recommended Contact Trigger Input

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.

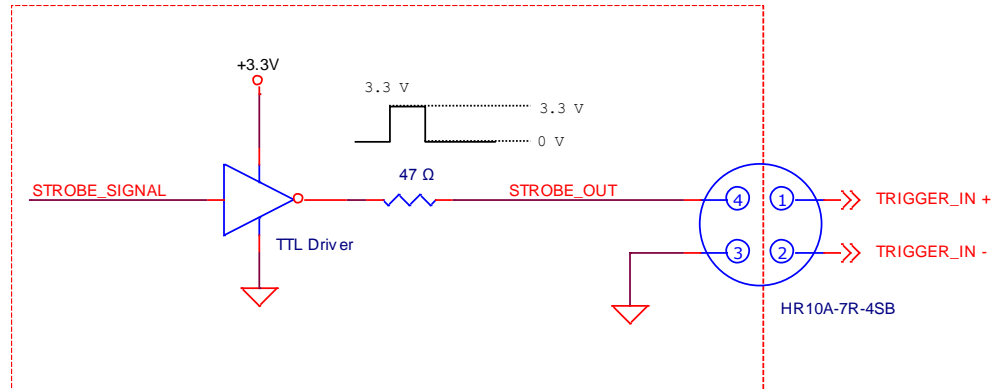


Figure 7.8 Strobe Output Schematic

8 Camera Features

8.1 Region of Interest (ROI)

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. VC-71MC의 경우 Height 및 Width를 작게 설정하면 허용 가능한 최대 frame rate가 증가합니다. ROI는 아래 그림에서와 같이 센서 열(array)의 왼쪽 상단 끝을 원점(0, 0)으로 참조하여 설정됩니다.

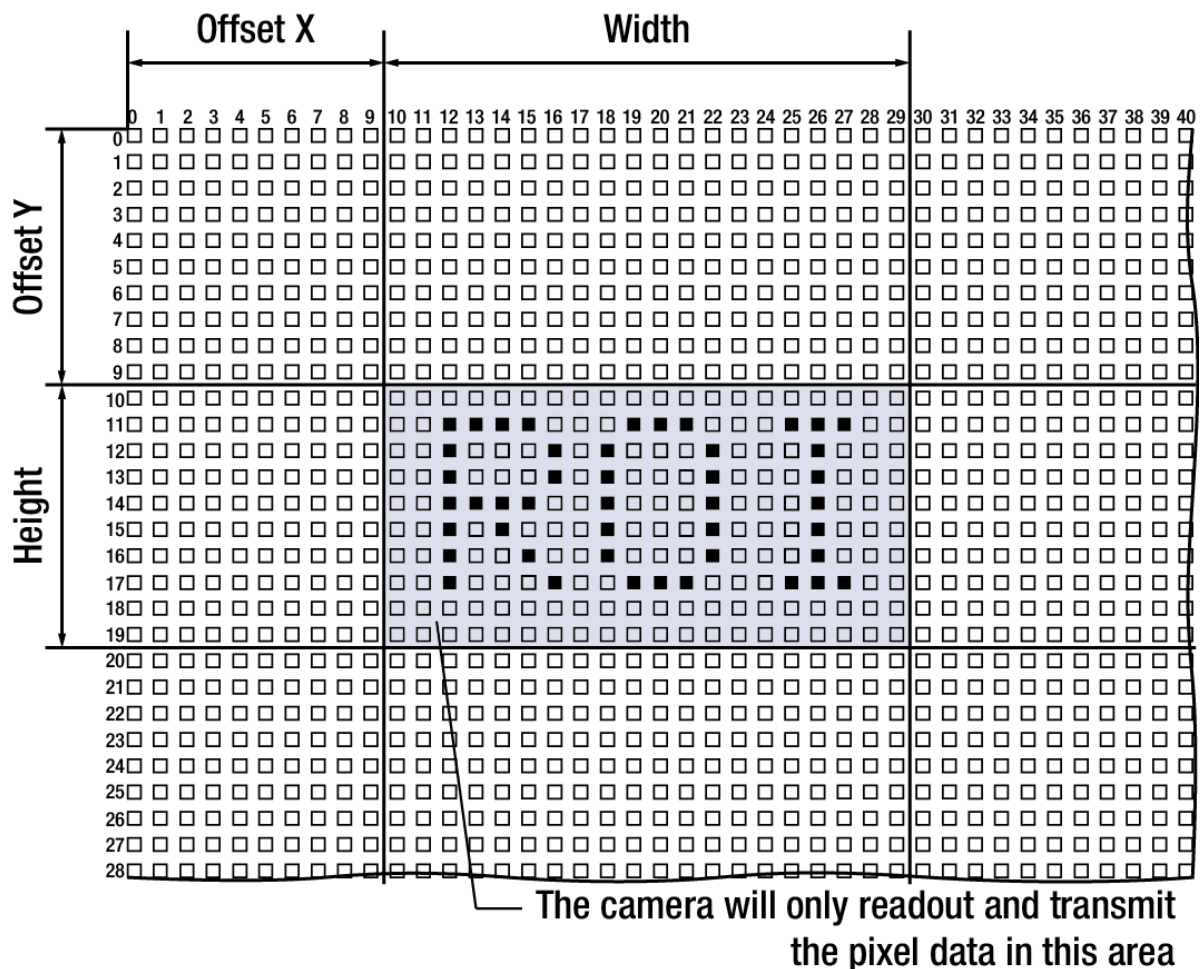


Figure 8.1 Region of Interest

VC-71MC 에서 Height 는 8 의 배수로 설정해야 하고, Width 는 16 의 배수로 설정이 가능합니다.

Horizontal ROI 및 Vertical ROI 의 변화에 따른 최대 프레임 속도는 아래 표와 같습니다.

ROI Size (H × V)	2 Tap	4 Tap Normal	4 Tap High
1000 × 7096	10.2 fps	14.4 fps	20.4 fps
2000 × 7096	7.1 fps	10.1 fps	14.3 fps
4000 × 7096	4.4 fps	6.3 fps	8.9 fps
6000 × 7096	3.2 fps	4.6 fps	6.5 fps
8000 × 7096	2.5 fps	3.6 fps	5.1 fps
10000 × 7096	2.1 fps	3.0 fps	4.2 fps

Table 8.1 VC-71MC Horizontal ROI 크기에 따른 최대 프레임 속도

ROI Size (H × V)	2 Tap	4 Tap Normal	4 Tap High
10000 × 1000	14.9 fps	21.1 fps	29.9 fps
10000 × 2000	7.4 fps	10.5 fps	14.9 fps
10000 × 4000	3.7 fps	5.2 fps	7.4 fps
10000 × 6000	2.4 fps	3.5 fps	4.9 fps
10000 × 7096	2.1 fps	3.0 fps	4.2 fps

Table 8.2 VC-71MC Vertical ROI 크기에 따른 최대 프레임 속도



ROI 모드를 사용할 경우 Frame Grabber 의 사양에 따라 적용 가능한 ROI 값(H × V)이 달라질 수 있습니다. 자세한 내용은 Camera Link Frame Grabber 사용 설명서를 참조하십시오.

8.2 Trigger Mode

Trigger Mode 를 **Free-Run** 으로 설정하면 필요한 모든 트리거 신호를 카메라 내부에서 생성하기 때문에 사용자는 카메라에 트리거 신호를 공급할 필요가 없습니다.

Trigger Mode 를 **External Sync** 로 설정하면 사용자는 영상 획득을 시작하려고 할 때마다 카메라에 트리거 신호를 공급해야 합니다. 이때, **Source** 파라미터는 트리거 신호 역할을 할 소스 신호를 지정합니다. 설정 가능한 **Source** 파라미터는 다음과 같습니다.

- **CC1 port:** Camera Link CC1 단자를 통해서 카메라에 트리거 신호를 공급합니다.
자세한 내용은 Frame Grabber 사용 설명서를 참조하십시오.
- **External port:** 외부에서 생성된 전기 신호(흔히 하드웨어 신호라고 함)를 카메라의 컨트롤 입/출력 단자에 주입하여 카메라에 트리거 신호를 공급합니다.

Source 파라미터를 설정한 후 **Polarity** 파라미터도 설정해야 합니다. 설정 가능한 **Polarity** 파라미터는 다음과 같습니다.

- **Active Low:** 전기 신호의 하강 에지를 트리거로 작동하도록 지정합니다.
- **Active High:** 전기 신호의 상승 에지를 트리거로 작동하도록 지정합니다.

8.2.1 Free-Run 모드

Trigger Mode 를 **Free-Run** 으로 설정하면 카메라 내부에서 필요한 모든 트리거 신호를 생성합니다. 이와 같이 카메라를 설정하면 사용자가 필요한 트리거를 주입하지 않아도 설정한 **Exposure Time** 설정에 따라서 노출과 readout 을 반복하여 계속해서 영상을 획득합니다.

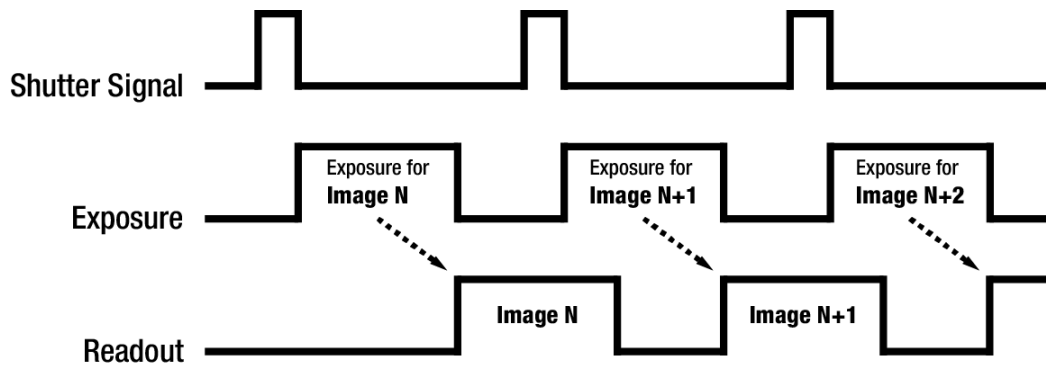


Figure 8.2 Free-Run Mode

Free-Run 모드에서 Readout 구간은 위 그림에서와 같이 다음 영상의 노출(Exposure) 구간과 겹칩니다. 이때, 노출 시간 및 Readout 시간에 따라서 카메라 작동에 약간의 차이가 있습니다.

노출 시간이 Readout 시간보다 짧은 경우, Readout 이 진행되는 동안 새로운 Shutter 신호가 발생하고 Readout 을 완료하면 바로 다음 영상의 Readout 을 시작합니다. 이 경우 노출 시간의 변화에 상관없이 프레임 속도는 일정합니다.

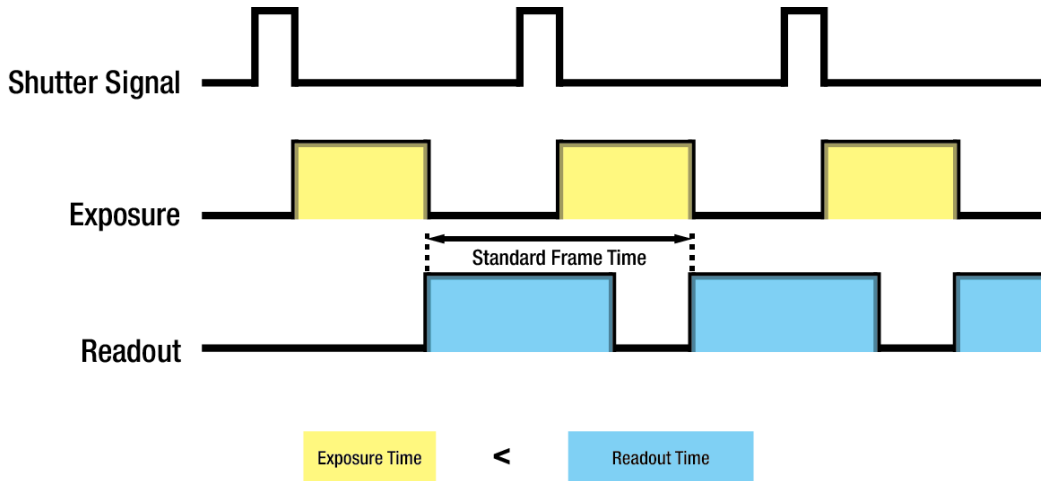


Figure 8.3 Exposure Time이 Readout Time보다 짧을 때

노출 시간이 Readout 시간보다 긴 경우에는 Readout 의 시작과 함께 새로운 Shutter 신호가 발생하고 Readout 을 완료해도 설정된 노출 시간이 경과할 때까지 다음 영상의 Readout 을 시작하지 않습니다. 이 경우 Exposure Time 설정 값을 크게 설정할수록 프레임 속도가 느려집니다.

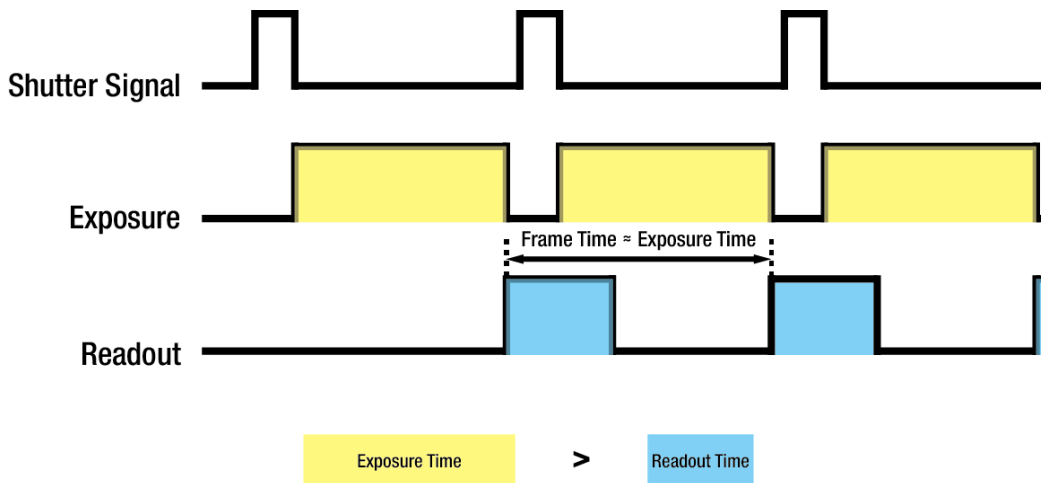


Figure 8.4 Exposure Time이 Readout Time보다 길 때

8.2.2 External Sync 모드

Trigger Mode 를 **External Sync** 로 설정하면 사용자가 카메라에 트리거 신호를 공급해서 카메라가 노출 과정을 시작하도록 해야 합니다. 트리거 신호를 카메라에 공급하면 카메라는 트리거 획득 대기 상태를 해제한 후 노출 과정을 진행하고 영상을 readout 합니다. Readout 을 완료한 후 다음 트리거 신호를 받아들일 상태가 되면 카메라는 트리거 획득 대기 상태로 되돌아갑니다. 카메라가 트리거 획득 대기 상태가 아닐 때 트리거를 공급하면 해당 신호는 무시됩니다.

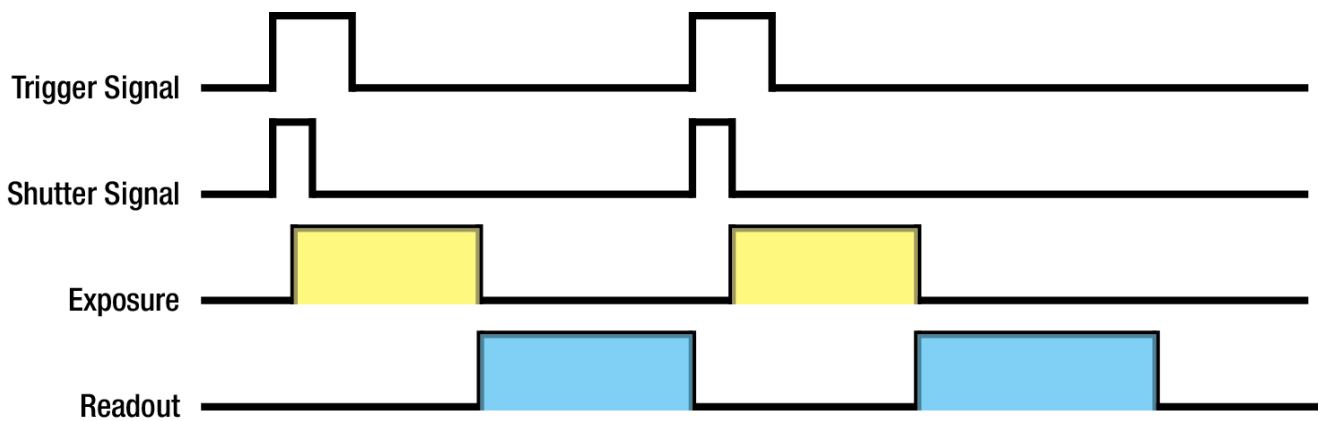


Figure 8.5 External Sync Mode

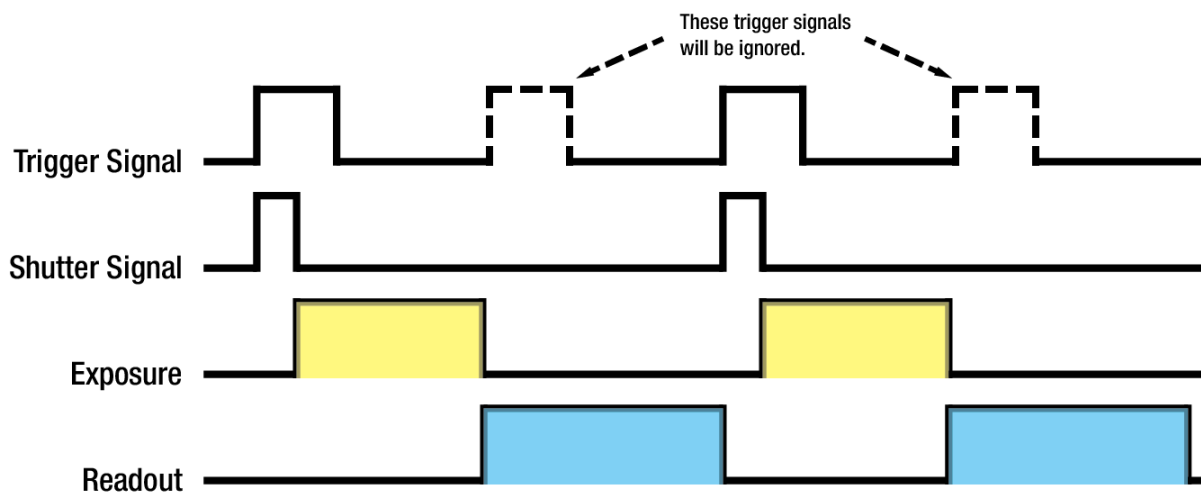


Figure 8.6 Trigger Ignored

8.2.3 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 관련하여 VC-71MC 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 **External Sync**, **Exposure** 를 **Pulse Width**, **Source** 파라미터는 **External port** 로 설정한 경우를 나타냅니다.

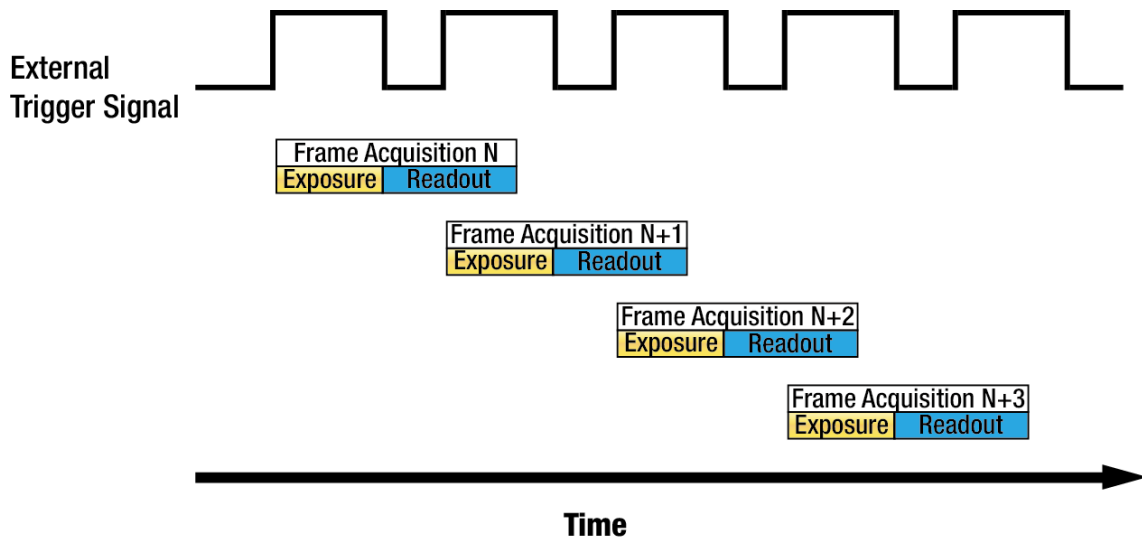


Figure 8.7 Overlapped Exposure and Readout

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 과정을 overlap 하도록 작동할 경우 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.

8.3 노출 시간 설정

이 절에서는 **Exposure Time** 파라미터('set' 명령어)를 설정하여 노출 시간을 어떻게 조절하는지 설명합니다. 카메라를 다음과 같은 방식으로 작동할 때에는 **Exposure Time** 파라미터를 설정하여 노출 시간을 지정해야 합니다.

- **Trigger Mode** 를 **Free-Run** 으로 설정
- **Trigger Mode** 는 **External Sync**, **Exposure** 를 **Program** 으로 설정

Exposure Time 파라미터를 허용 가능한 최소값보다 작게 설정하면 자동으로 허용 가능한 최소값으로 설정됩니다. Exposure Time 파라미터는 마이크로세컨드(μs) 단위로 노출 시간을 설정합니다. 카메라의 허용 가능한 최소 및 최대 노출 시간은 다음과 같습니다.

Camera Model	Camera Link Output	최소 노출 시간	최대 노출 시간 [†]
VC-71MC	2 Tap	132 μs (2 line time)	7,000,000 μs
	4 Tap Normal	94 μs (2 line time)	7,000,000 μs
	4 Tap High	66 μs (2 line time)	7,000,000 μs

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

Table 8.3 최소 및 최대 노출 시간 설정 값

8.4 Rolling Shutter

VC-71MC 카메라는 전자 Rolling Shutter 가 장착된 센서를 사용합니다. 카메라는 한 줄의 픽셀에 대해 노출과 readout 과정을 진행하고, tRow(temporal offset) 간격으로 다음 줄의 픽셀에 대해 노출과 readout 과정을 진행합니다. 카메라에 트리거 신호를 공급하면 첫 번째 줄의 픽셀을 리셋한 다음 노출을 진행합니다. tRow 시간이 지나면 두 번째 줄의 픽셀을 리셋한 다음 노출 과정을 진행합니다. 이러한 방식으로 마지막 줄(Line N)의 픽셀까지 노출 과정을 진행합니다. 각 줄의 픽셀 값은 해당 줄의 노출 과정이 완료되면 readout 과정을 진행합니다. 각 줄의 readout 시간은 tRow 값과 동일합니다.

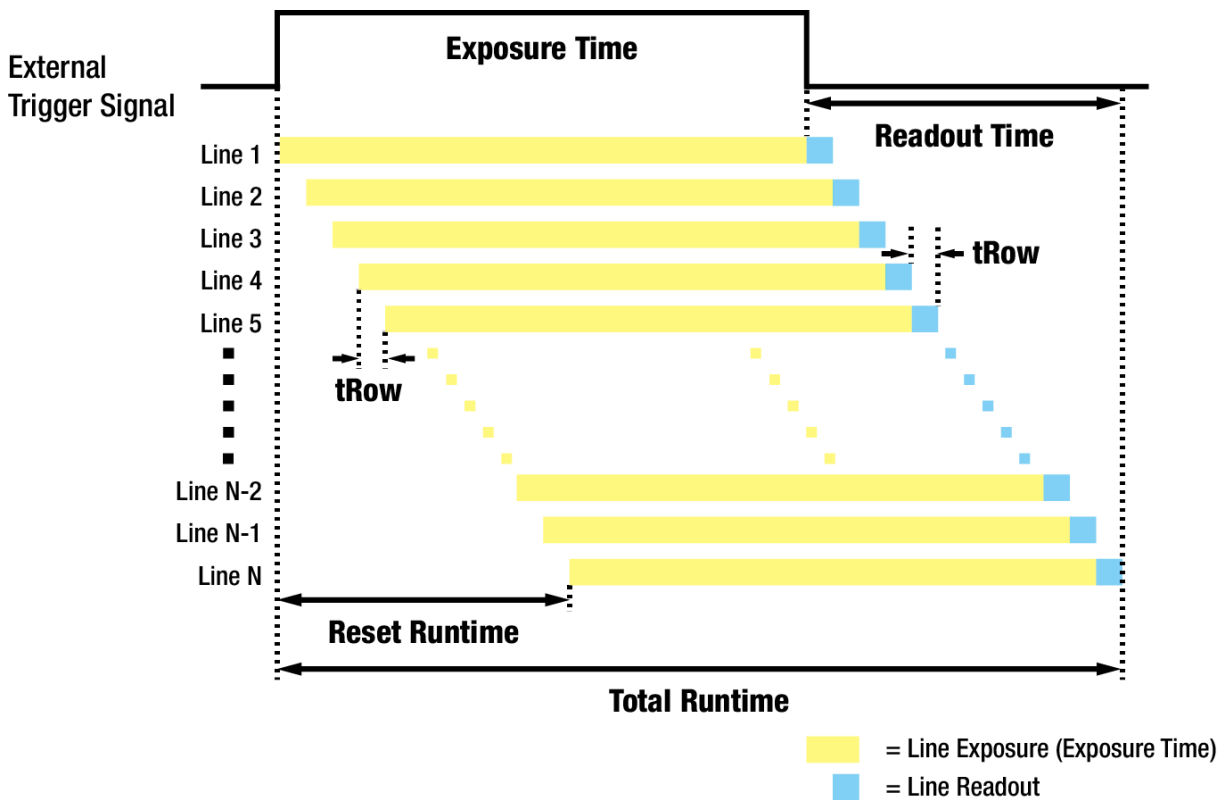


Figure 8.8 Rolling Shutter Operation

카메라의 Camera Link 출력 모드에 따른 tRow 값은 다음과 같습니다.

Camera Link Output	Camera Link Pixel Clock	tRow
2 Tap	85 MHz	66.7 μ s
4 Tap – Normal Speed	60 MHz	47.2 μ s
4 Tap – High Speed	85 MHz	33.3 μ s

Table 8.4 Camera Link 출력 모드별 Temporal Offset Values

8.5 Camera Link Output

VC-71MC 는 2 Tap, 4 Tap (Normal Speed) 및 4 Tap (High Speed) Camera Link 출력 모드를 지원합니다. Tap 개수는 Camera Link Pixel Clock 의 사이클당 출력되는 픽셀 데이터 수를 나타내며 이에 따라 Frame Rate 가 달라집니다. Frame 데이터는 Interleaved 방식으로 출력되고 다음 그림과 같습니다. Camera Link Output 파라미터는 'scl' 명령어를 사용하여 설정할 수 있습니다.

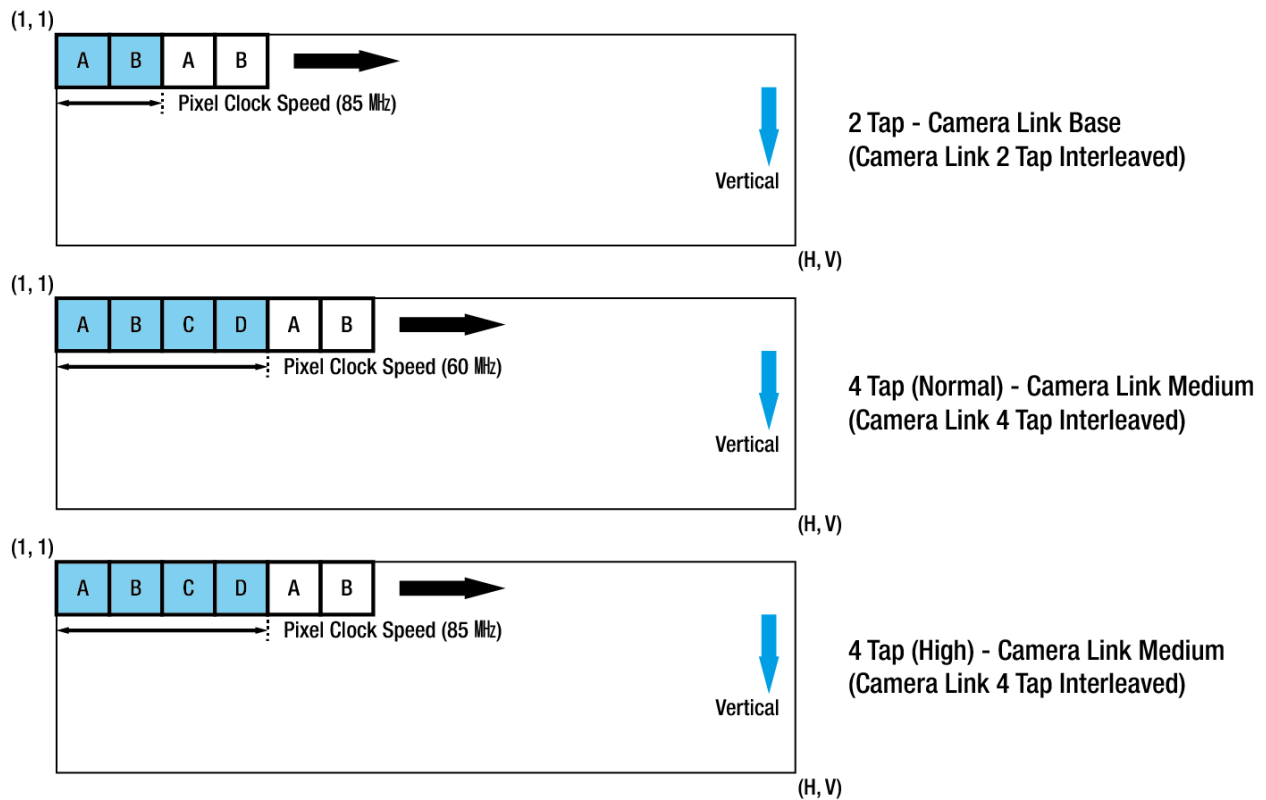


Figure 8.9 Camera Link Output Mode

8.6 Gain 및 Offset

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

Gain 은 0 부터 12 dB까지 64 단계의 값으로 설정 가능합니다. 설정 값과 실제 Gain(dB) 사이의 관계식은 다음과 같습니다.

$$\text{Gain(dB)} = (\text{설정 값}) \times 0.19 \text{ dB}$$

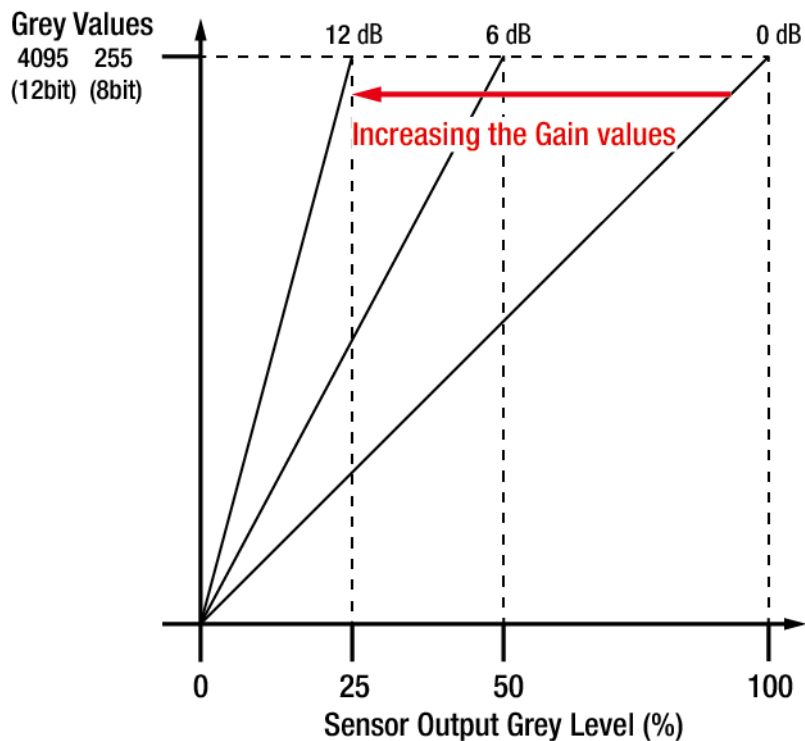


Figure 8.10 Gain 설정

Offset 설정 값을 사용하여 카메라에서 출력하는 픽셀 값에 설정 값만큼 offset 을 추가할 수 있습니다. Offset 은 12 bit 데이터 출력 기준으로 0 부터 63(LSB)까지 64 단계의 값으로 설정 가능합니다.

8.7 Defective 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. Defective Pixel Correction 기능의 사용 여부는 “sdc” 명령어를 사용하여 설정할 수 있습니다.

8.7.1 보정 방법

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

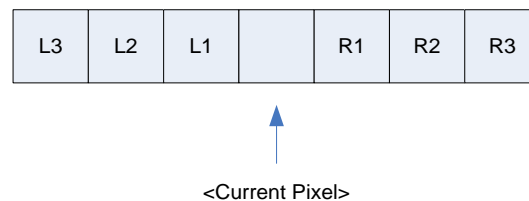


Figure 8.11 보정할 Defect Pixel의 위치

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 8.5 Defect Pixel 보정 값 계산

8.8 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

실제 사용 조건에서 다음 절차에 따라서 Flat Field 데이터 IF 를 생성한 후 Flat Field Correction 기능을 설정합니다.

1. 'gfd' 명령어를 사용하여 Flat Field Generator 를 실행합니다. Flat Field Generator 는 일련의 영상을 평균한 후 1/32 픽셀로 축소된 Flat Field 데이터를 생성하여 휘발성 메모리에 저장합니다.
2. 'sfc' 명령어를 사용하여 Flat Field Correction 기능을 설정합니다. Flat Field 데이터는 Figure 8.13 과 같이 Bilinear Interpolation 으로 확대된 후 적용됩니다.
3. 생성한 Flat Field 데이터를 이후에도 활용하려면 'sfd' 명령어를 사용하여 비휘발성 메모리에 저장합니다.



- Flat Field Generator 를 실행하기 전에 Defective Pixel Correction 기능을 설정하는 것이 좋습니다.
- Flat Field Generator 를 작동하면 카메라의 해상도는 전체 크기로 설정됩니다. Flat Field 데이터의 생성이 완료되면 카메라는 원래의 설정 값으로 되돌립니다.
- 영상 한 장을 획득하기 위해 Free-Run 으로 카메라를 작동하거나 트리거 신호를 카메라에 공급해야 합니다.

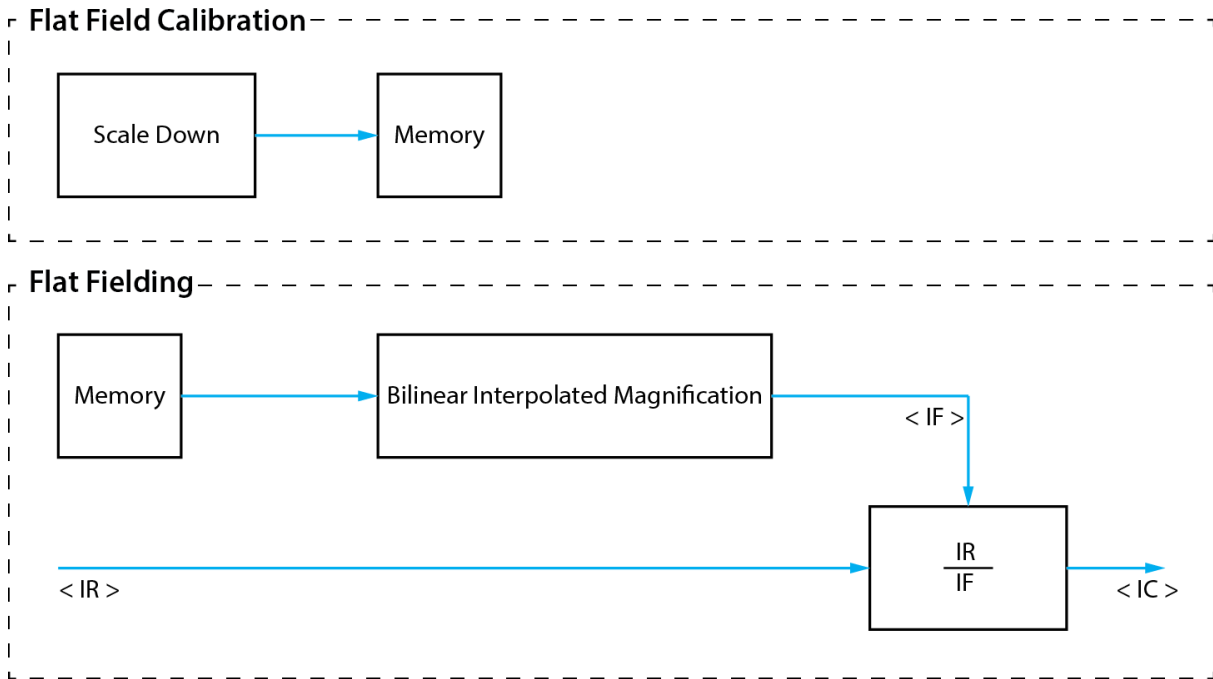


Figure 8.12 Flat Field 데이터의 생성과 적용

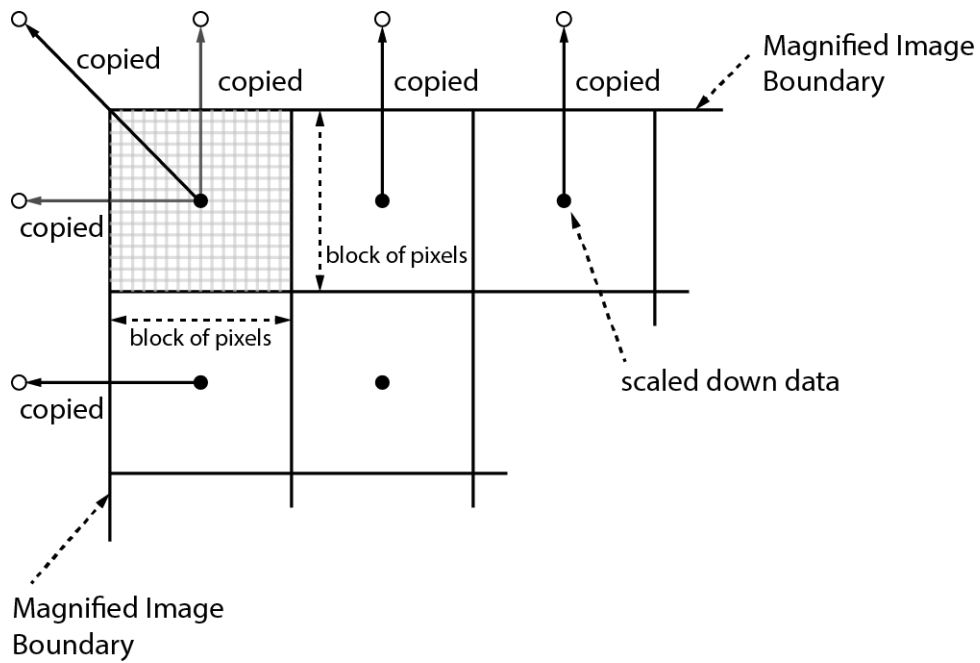


Figure 8.13 Bilinear Interpolated Magnification

8.9 Dark Image Correction

CMOS 센서는 내장된 AFE 및 센서 셀의 온도에 따른 특성 변화와 노출 설정에 따라서 Fixed Pattern Noise 가 변하며 이로 인해 어두운 영상에서의 감도가 나빠질 수 있습니다. 온도 변화에 따른 감도 변화는 1 dB/10 도 이하로 온도 변화에 따른 편차가 크지는 않으며, 카메라 출하 시 생성하는 보정 데이터의 취득 조건은 케이스 온도 기준으로 25 도입니다. 사용자의 운용 조건에 최적화된 이미지를 얻기 위해서는 카메라를 설치한 후 카메라의 케이스 온도가 안정된 이후에 보정을 수행하는 것이 좋습니다.

8.9.1 Dark Image 보정 순서

Configurator를 이용하여 보정하는 방법

1. 카메라의 이미지 센서로의 빛의 유입을 차단합니다.
2. **VIEW** 탭을 선택한 후 **Dark Image Correction** 의 **Generate Data** 버튼을 클릭하여 보정 데이터를 생성합니다.
3. **Save Data** 버튼을 클릭하여 Flash 메모리에 보정 데이터를 저장합니다. Flash 메모리에 저장된 데이터는 카메라에 전원을 인가할 때 자동으로 영상에 적용됩니다.

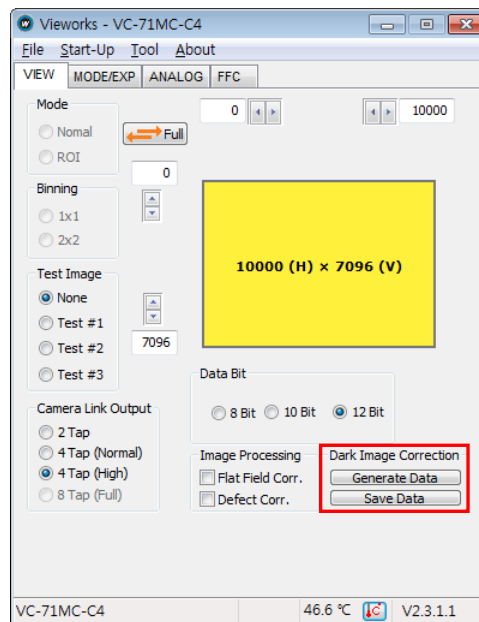


Figure 8.14 Dark Image Correction in Configurator

Serial Command를 이용하여 보정하는 방법

1. 카메라의 이미지 센서로의 빛의 유입을 차단합니다.
2. 'gdd' 명령어를 사용하여 카메라에서 보정 데이터를 생성합니다.
3. 'sdd' 명령어를 사용하여 Flash 메모리에 보정 데이터를 저장합니다.

8.10 White Pixel 증상

카메라를 온도가 높은 환경에서 사용하면 장착된 고해상도 CMOS 센서의 특성으로 인해 출력 영상에 White Pixel 증상이 나타날 수 있습니다.

이러한 White Pixel 증상은 CMOS 센서 픽셀 내부의 전하 저장(Storage) 영역에 누설 전류가 축적되어 발생하는 증상으로 카메라 온도 상승에 따라서 증상이 심화되며 대략 온도가 7도 올라갈 때마다 White Pixel 정도가 2 배씩 증가하는 특성이 있습니다.

White Pixel 증상을 효과적으로 억제하려면 카메라의 사용 온도를 최대한 낮은 상태로 유지하고 제품을 설치할 때 카메라 케이스의 열을 방열할 수 있는 구조물에 장착하여 카메라의 발열을 억제해야 합니다. 또한, 카메라의 Defective Pixel Correction 기능을 사용하여 White Pixel 을 제거할 수 있습니다. 사용자는 카메라 내의 Defective Pixel Map 에 Defect Pixel 을 추가하거나 수정할 수 있습니다.

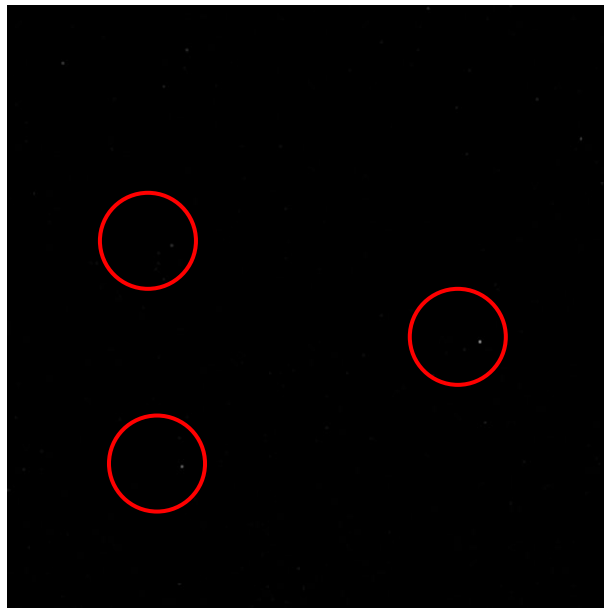


Figure 8.15 White Pixel

8.11 Auto White Balance

VC-71MC-C4 컬러 카메라에서는 Auto White Balance 기능을 사용할 수 있습니다. GreyWorld 알고리즘에 따라 컬러 카메라에서 획득한 영상의 White Balance 를 조절합니다. Auto White Balance 기능은 센서의 전체 픽셀 데이터를 사용하여 White Balance 를 조절합니다. Digital Red, Digital Green 및 Digital Blue 의 Gain 값을 모두 1 로 설정한 후 Red Gain 과 Blue Gain 을 상대적인 값으로 조절하여 White Balance 를 맞춥니다. Auto White Balance 기능의 사용 여부는 'arg' 명령어를 사용하여 설정합니다.

8.12 Temperature Monitor

카메라에는 내부 온도를 모니터하기 위한 센서 칩이 내장되어 있습니다. 카메라의 온도를 확인하려면 'gct' 명령어를 사용합니다.

8.13 Status LED

카메라 후면에는 카메라의 작동 상태를 알려주기 위한 녹색 LED 가 있습니다. LED 의 상태와 그에 해당하는 카메라 상태는 다음과 같습니다.

- 지속적인 ON 상태: 카메라가 Free-Run Mode 로 작동 중임.
- 0.5 초 ON, 0.5 초 OFF 반복: 카메라가 External Sync Mode 로 작동 중임.
- 1 초 ON, 1 초 OFF 반복: Test Image 가 출력되고 있음.
- 0.25 초 ON, 0.25 초 OFF 반복: External Sync Mode 로 작동 중이고 Test Image 출력됨.

8.14 Data Format

VC-71MC 카메라는 내부적으로 영상 데이터를 12 bit 단위로 처리합니다. 'sdb' 명령어를 사용하여 카메라에서 전송하는 영상 데이터의 Data Format(8 bit, 10 bit 또는 12 bit)을 지정할 수 있습니다. 카메라에서 8 bit 또는 10 bit 를 사용하도록 설정하면, 원본 데이터에서 각각 하위 4 bit 와 2 bit 는 버려집니다.

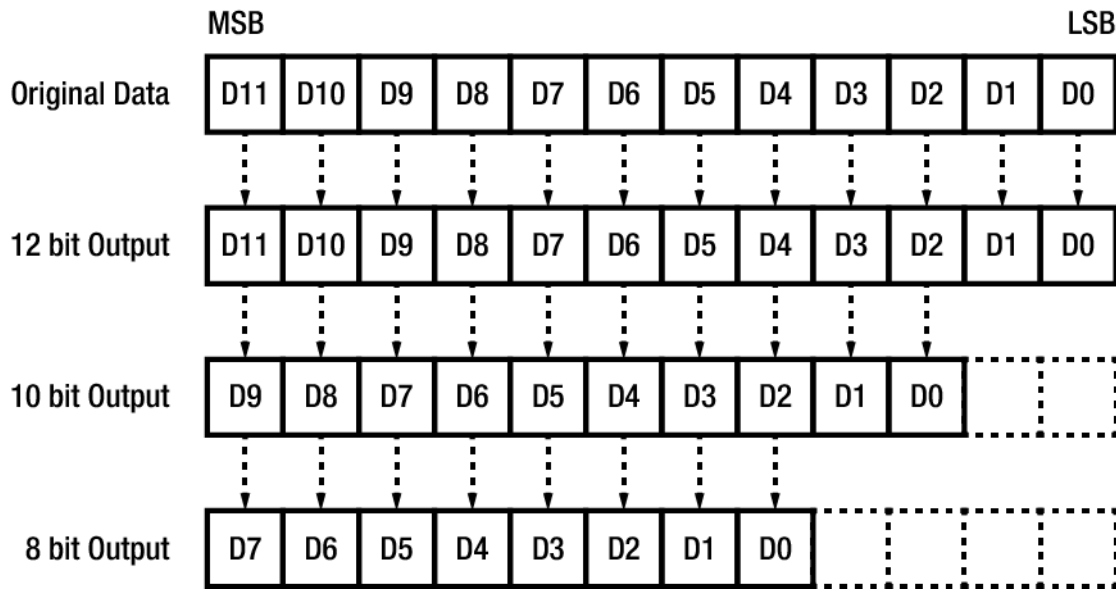


Figure 8.16 Data Format

8.15 Test Image

카메라의 정상적인 작동 여부를 확인하기 위해 이미지 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), 그리고 대각 방향으로 값이 다르고 움직이는 이미지(Test Image 3)입니다. Test Image 기능은 카메라의 모든 작동 모드에서 적용 가능하고 'sti' 명령어를 사용하여 설정할 수 있습니다.

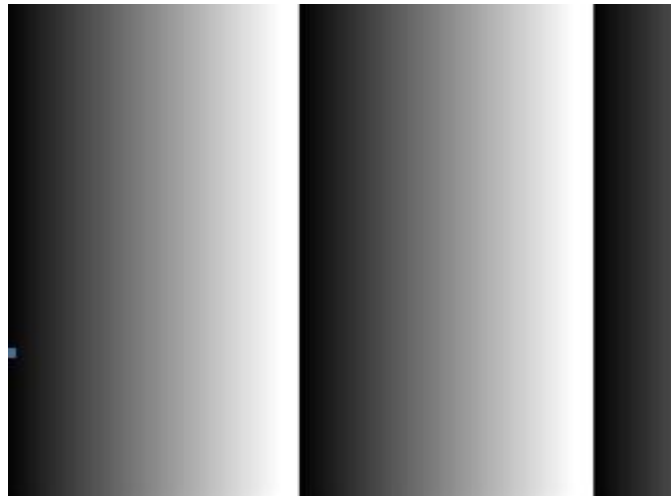


Figure 8.17 Test Image 1

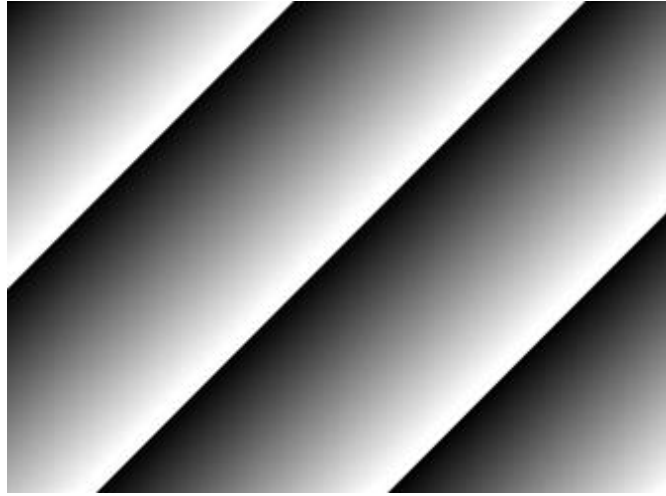


Figure 8.18 Test Image 2

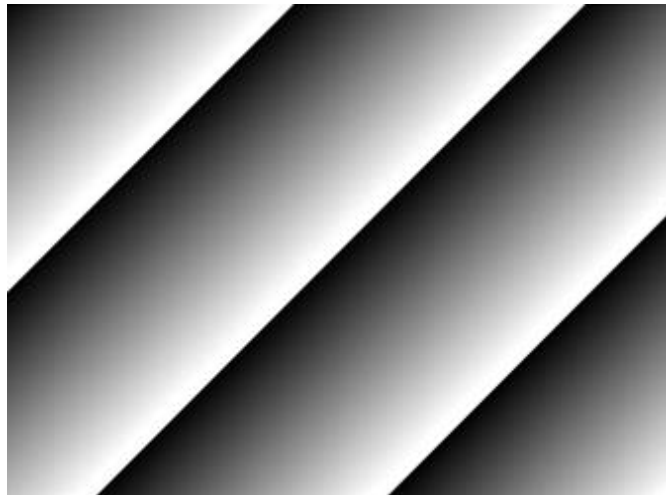


Figure 8.19 Test Image 3



카메라의 해상도에 따라 출력되는 Test Pattern 의 영역이 달라지므로 영상이 다르게 보일 수 있습니다.

8.16 Strobe

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

8.16.1 Strobe Type

VC-71MC 카메라는 Wide Output 및 Narrow Output 두 가지 종류의 Strobe 출력 신호를 제공합니다.

Wide Strobe 신호는 첫 번째 줄의 노출을 시작하면 상승하고 마지막 줄의 노출이 종료되면 하강합니다.

Narrow Strobe 신호는 마지막 줄의 노출을 시작하면 상승하고 첫 번째 줄의 노출이 종료되면 하강합니다.

Narrow Strobe 신호는 노출 시간을 readout 시간보다 길게 설정한 경우에만 사용할 수 있고, Flash 조명을 사용하는 환경에서 매우 유용합니다.

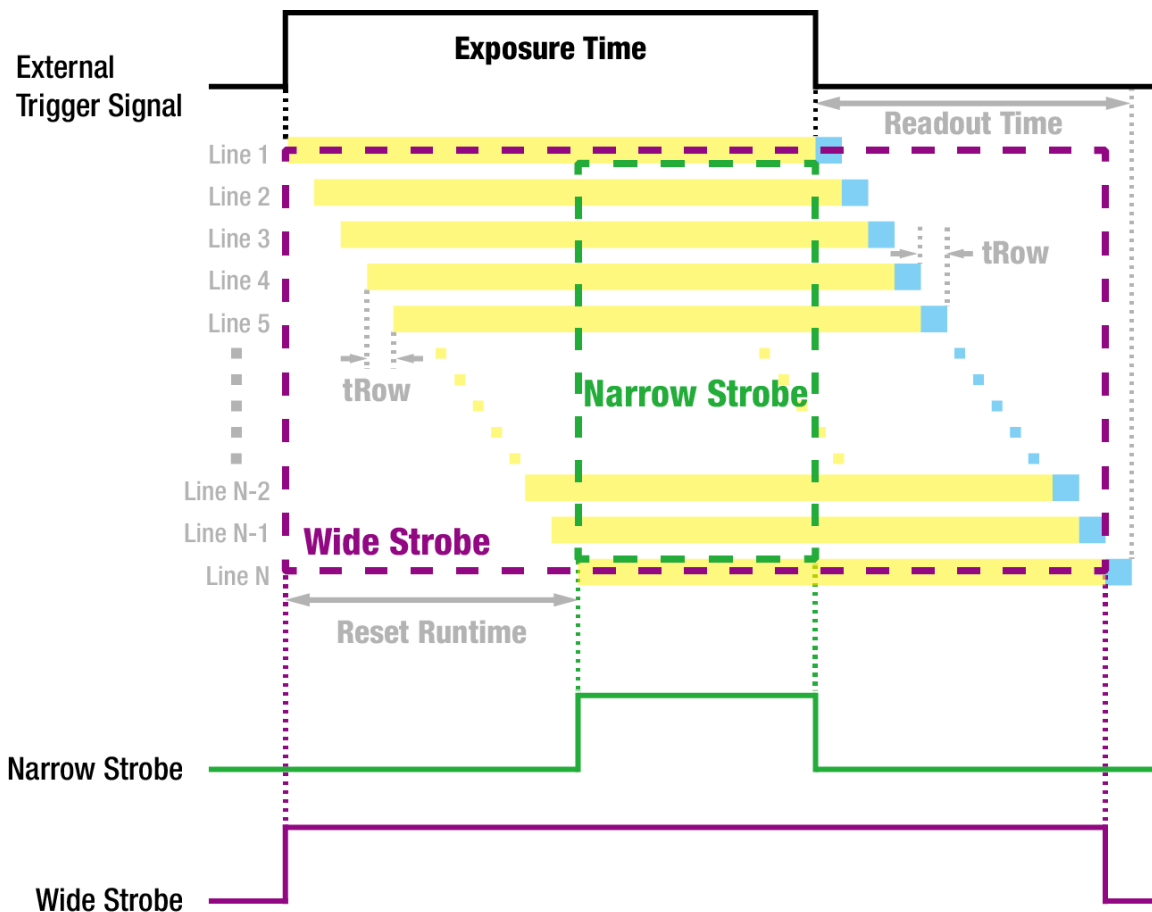


Figure 8.20 Strobe Type

8.16.2 Strobe Polarity

Strobe Type 을 설정한 다음 Strobe 신호의 극성을 지정해야 합니다. 'ssp' 명령어를 사용하여 Strobe 신호의 극성을 지정할 수 있습니다.

설정 가능한 **Strobe Polarity** 파라미터는 다음과 같습니다.

- **Active Low:** Strobe 출력 신호의 하강 에지가 유효하도록 지정합니다.
- **Active High:** Strobe 출력 신호의 상승 에지가 유효하도록 지정합니다.

8.17 Field Upgrade

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

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 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 뒤따릅니다.

에러 코드의 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 VCCD 신호가 상승할 때 적용되어 카메라 설정을 변경합니다. 'set' 명령어를 실행하면 노출을 시작할 때 노출 시간 설정이 변경되어 적용됩니다.

Trigger Mode 에서 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.

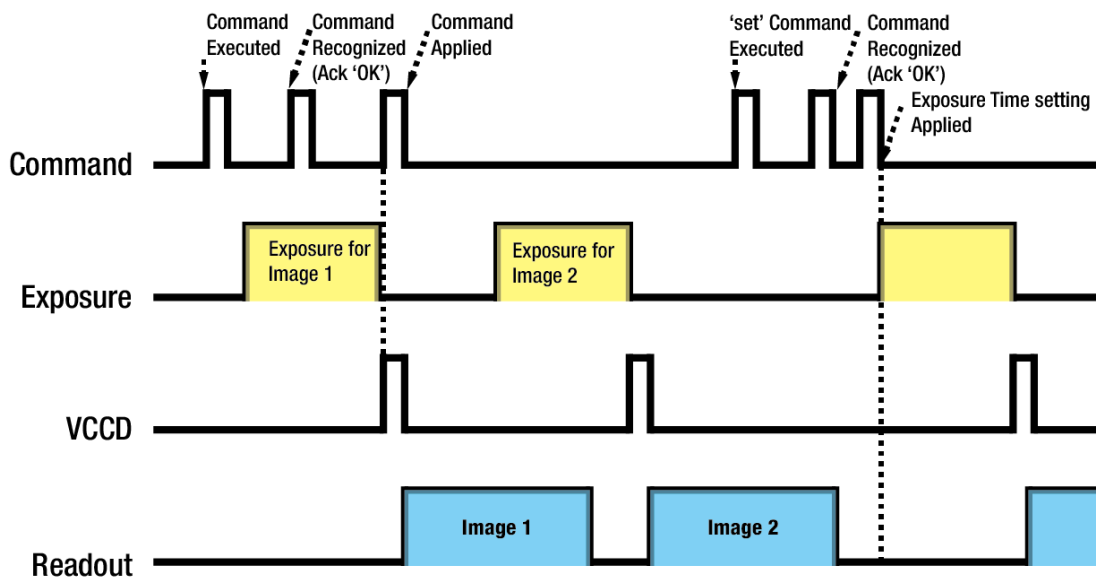


Figure 9.1 명령어 실제 적용 시간

9.3 파라미터 저장 영역

카메라에는 파라미터 저장에 사용되는 세 개의 non-volatile 저장 영역과 실제 카메라 동작에 적용되는 한 개의 volatile 작업 영역(Work Space)이 있습니다. 세 개의 저장 영역은 각각 공장 출하 시 기본값을 저장하고 있는 Factory 영역(Factory Space)과 사용자가 임의로 설정한 파라미터 값을 저장할 수 있는 두 개의 사용자 영역(User Space 1, User Space 2)이 있습니다. 사용자 영역은 읽기, 쓰기 모두 가능하지만, Factory 영역은 읽기만 가능합니다.

카메라 부팅 시 Config Initialization 값에 따라 세 저장 영역 중 한 곳의 설정 값이 작업 영역으로 복사되고 이 영역의 값이 카메라 설정에 사용됩니다. 작업 영역에 있는 값은 전원이 켜져 있는 동안만 유효하기 때문에 이 값을 재사용하기 위해서는 'sct' 명령어를 사용하여 사용자 영역 1 또는 사용자 영역 2에 복사해야 합니다.

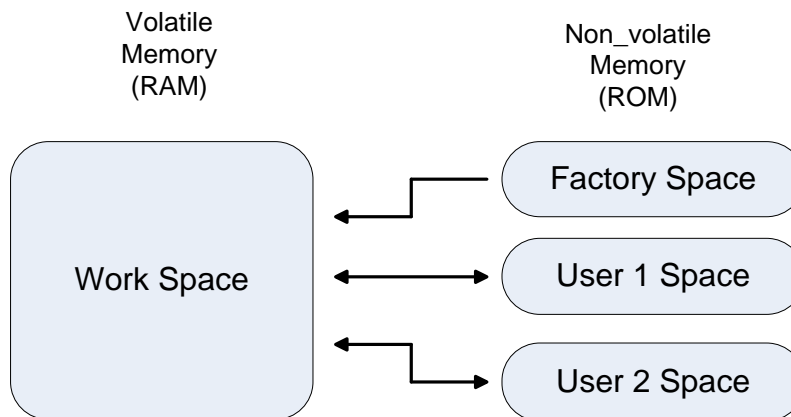


Figure 9.2 파라미터 저장 영역

Factory 설정 값

List	Value	Command
Data Bit	12	sdb 12
Trigger Mode	free-run	stm 0
Exposure Time	10.09 ms	set 10009
Exposure	Pulse Width	ses 1
Trigger Source	CC1 port	sts 1
Polarity	Active High	stp 1
Video Gain	0	sag 0
Video Offset	0	sao 0
Defect Correction	On	sdc 1
Camera Link Output	4 Tap (High)	scl 2
Strobe Type	Wide Output	ssc 0
Strobe Polarity	Active High	ssp 1

Table 9.1 Factory 설정 값

9.4 Command List

VC-71MC 에서 제공하는 기능은 다음 명령어로 설정할 수 있습니다.

Command	Syntax	Value Returned	Description
Help	help	String	모든 명령어 표시
Set Width	siw n	OK	ROI 폭
Get Width	giw	n	n: Width 값
Set Height	sih n	OK	ROI 높이
Get Height	gih	n	n: Height 값
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 Trigger Mode	stm 0 1	OK	Trigger Mode 설정
Get Trigger Mode	gtm	0 1	0: Free Run mode 1: External Sync mode
Set Exposure Source	ses 0 1	OK	Exposure 모드 설정
Get Exposure Source	ges	0 1	0: Program – Exposure Time 파라미터 1: Pulse Width – 신호의 폭
Set Trigger Source	sts 1 2	OK	External Sync 모드에서 소스 신호 지정
Get Trigger Source	gts	1 2	1: CC1 port 2: External port
Set Trigger Polarity	stp 0 1	OK	External Sync 모드에서 트리거 극성 지정
Get Trigger Polarity	gtp	0 1	0: Active Low 1: Active High
Set Exposure Time	set n	OK	노출 시간 설정(Free-Run 및 Program)
Get Exposure Time	get	n	n: 마이크로세컨드(μ s) 단위의 노출 시간
Set Analog Gain	sag n	OK	Digital Video Gain 설정
Get Analog Gain	gag	n	n: Gain 값(Setting Range: 0 ~ 63)
Set Analog Offset	sao n	OK	Digital Video Offset 설정
Get Analog Offset	gao	n	n: Offset 값(Setting Range: 0 ~ 63)

Table 9.2 Command List #1

Command	Syntax	Value Returned	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	Data Format 설정 8: 8 Bit 10: 10 Bit 12: 12 Bit
Set Camera-Link Mode Get Camera-Link Mode	scl 0 1 2 gcl	OK 0 1 2	Camera Link Output 모드 설정 0: 2 Tap 1: 4 Tap (Normal Speed - 60 MHz) 2: 4 Tap (High Speed - 85 MHz)
Set Strobe Control Get Strobe Control	ssc 0 1 gsc	OK 0 1	Strobe Type 설정 0: Wide 1: Narrow
Set Strobe Polarity Get Strobe Polarity	ssp 0 1 gsp	OK 0 1	Strobe Polarity 설정 0: Active Low 1: Active High
Generate Flat Field Data	gfd	OK	Flat Field Generator 실행
Save Flat Field Data	sfd	OK	생성한 Flat Field 데이터를 비휘발성 메모리에 저장
Load Flat Field Data	lfd	OK	비휘발성 메모리에 저장된 Flat Field 데이터를 휘발성 메모리로 불러옴
Set Flat Field Correction Get Flat Field Correction	sfc 0 1 gfc	OK 0 1	Flat Field Correction 기능 설정 0: Off 1: Flat Field Correction 기능 활성화
Set Defect Correction Get Defect Correction	sdc 0 1 gdc	OK 0 1	Defective Pixel Correction 기능 설정 0: Off 1: Defective Pixel Correction 기능 활성화

Table 9.3 Command List #2

Command	Syntax	Value Returned	Description
Save Config. To	sct 1 2	OK	카메라 설정 값 저장 1: User 1 영역에 저장 2: User 2 영역에 저장
Load Config. From	lcf 0 1 2	OK	카메라 설정 값 불러오기 0: Factory 영역에서 불러옴 1: User 1 영역에서 불러옴 2: User 2 영역에서 불러옴
Set Config Initialization Get Config Initialization	sci 0 1 2 gci	OK 0 1 2	카메라 Reset 시 적용할 설정 값 지정 0: 카메라 Reset 시 Factory 기본 값 적용 1: 카메라 Reset 시 User 1 설정 값 적용 2: 카메라 Reset 시 User 2 설정 값 적용
Get 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	섭씨 단위로 온도 표시
Set RGB Gain Get RGB Gain	srg r b f grg r b	OK f	RGB Gain 값 설정 r: RGB 중 Red b: RGB 중 Blue f: Gain 값
Auto generation RGB Gain	arg	OK	Auto White Balance 실행

Table 9.4 Command List #3

10 Configurator GUI

Configurator 는 VC-71MC 카메라를 컨트롤하기 위해 함께 제공되는 샘플 애플리케이션입니다. Configurator 는 앞장에서 설명한 명령어를 사용하고, 사용자가 보다 쉽게 카메라를 제어할 수 있도록 GUI(Graphic User Interface)를 제공합니다.

10.1 Camera Scan

카메라의 전원을 켜 상태에서 Configurator 를 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 실행되고 연결된 카메라의 현재 설정 값을 표시합니다.

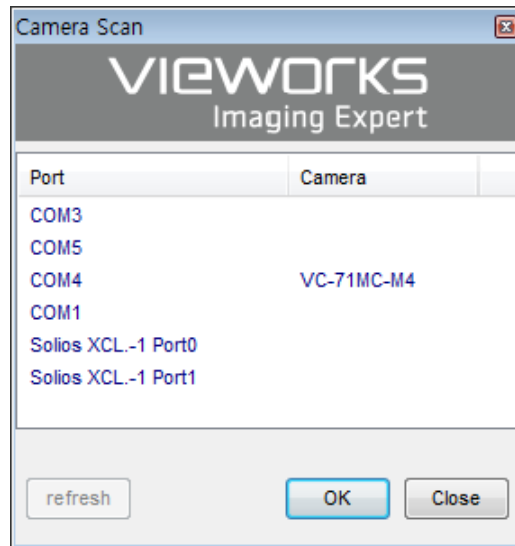


Figure 10.1 Configurator Loading Window

10.2 메뉴

10.2.1 File

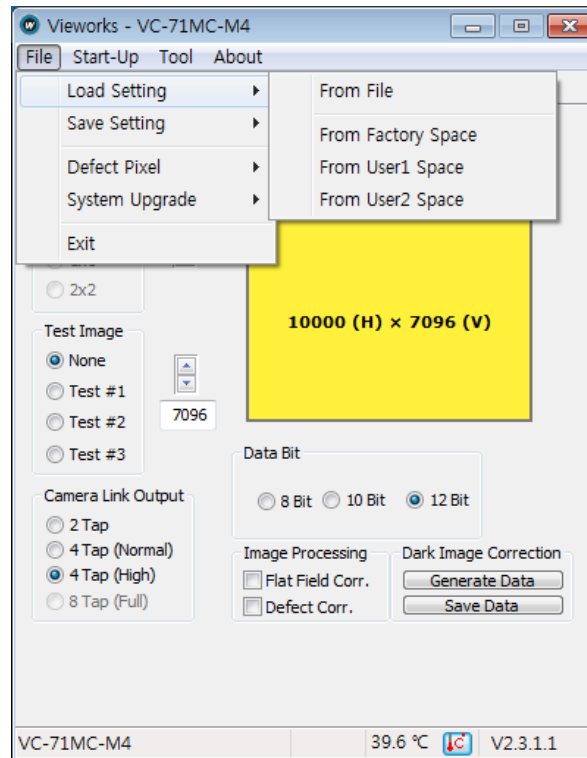


Figure 10.2 File 메뉴

- **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.

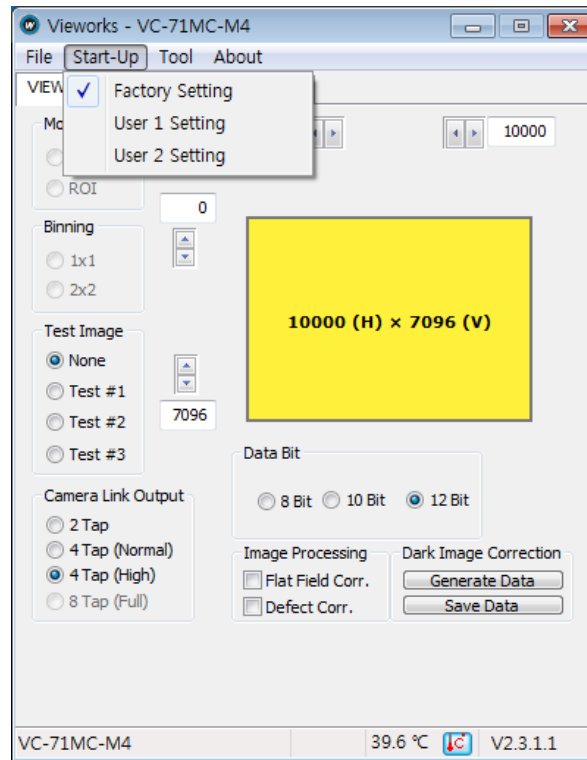


Figure 10.3 Start-Up 메뉴

- **Factory Setting:** 카메라의 전원이 켜질 때 Factory 영역으로부터 설정 값을 불러옵니다.
- **User1 Setting:** 카메라의 전원이 켜질 때 User1 영역으로부터 설정 값을 불러옵니다.
- **User2 Setting:** 카메라의 전원이 켜질 때 User2 영역으로부터 설정 값을 불러옵니다.

10.2.3 Tool

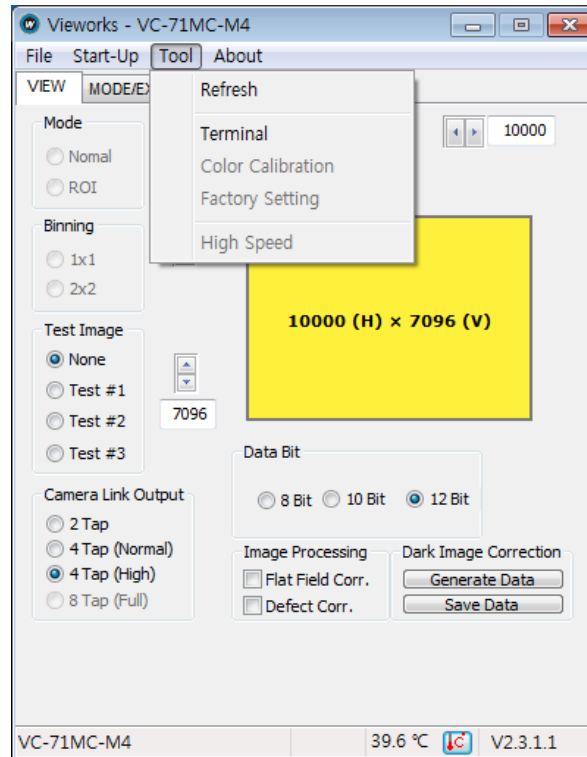


Figure 10.4 Tool 메뉴

- **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:** Bayer Color 센서의 Color Temperature Calibration 을 위한 창을 표시합니다. **Auto White Balance** 버튼을 클릭하면 white balance 조정 1 회 수행 후 Off 됩니다.

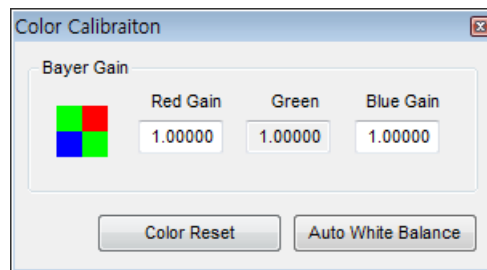


Figure 10.5 Color Calibration (Color Camera Only)

- **Factory Setting:** 일반 사용자에게는 지원되지 않습니다.
- **High Speed:** 지원되지 않는 기능입니다.

10.2.4 About

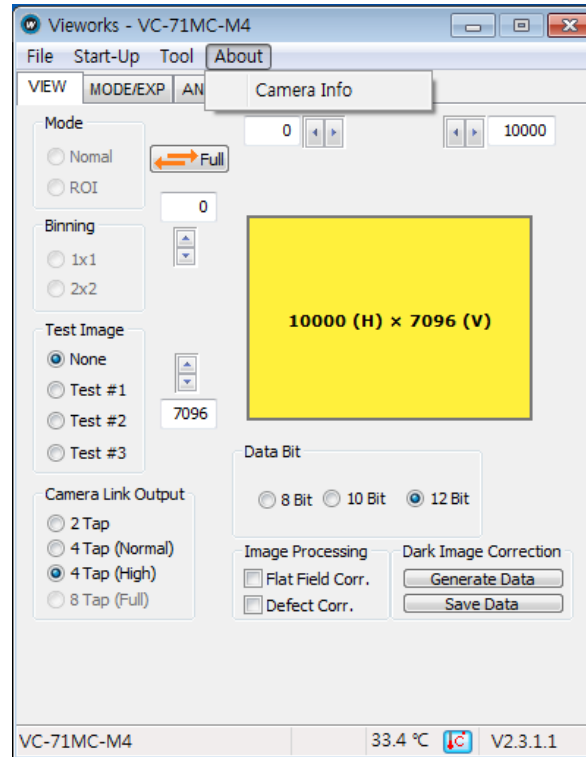


Figure 10.6 About 메뉴

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

10.3 탭

10.3.1 VIEW 탭

카메라의 ROI, 테스트 이미지 모드, Data Bit, Camera Link Output, 이미지 처리, Dark Image Correction 등의 기능을 제어하는 탭입니다.

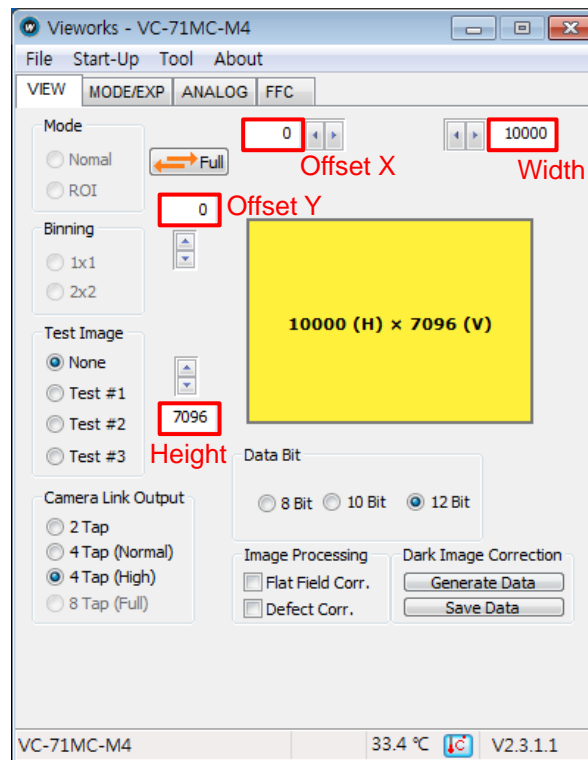


Figure 10.7 VIEW Tab

- **ROI:** Offset X, Width, Offset Y 및 Height 입력 창을 사용하여 카메라의 ROI를 설정합니다. Full 버튼을 누르면 ROI를 센서 최대 해상도로 설정합니다.
- **Test Image:** 테스트 이미지 적용 여부와 종류를 선택합니다.
- **Camera Link Output:** Camera Link 출력 모드를 설정합니다.
- **Data Bit:** 데이터 출력 폭을 설정합니다.
- **Image Processing:** Flat Field Correction 및 Defect Correction 기능의 On/Off를 설정합니다.
- **Dark Image Correction:** Dark 영상의 Fixed Pattern Noise를 보정합니다.

10.3.2 MODE/EXP 탭

Trigger Mode, 노출 시간, Strobe 설정을 위한 탭입니다. 모든 스크롤 바는 마우스의 휠 스크롤로 조절할 수 있습니다.

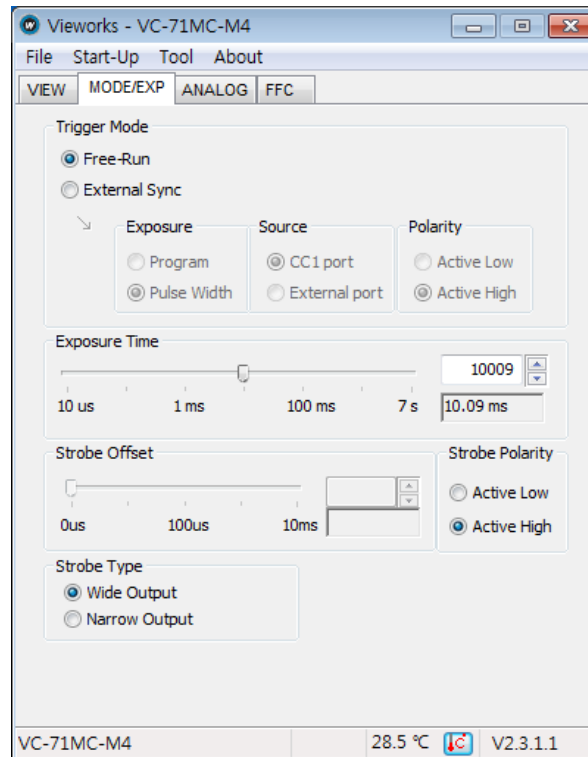


Figure 10.8 MODE/EXP Tab

- **Trigger Mode:** Trigger 모드를 설정합니다. External Sync 를 선택하면 관련 선택 영역이 활성화됩니다.
- **Exposure:** Exposure 소스를 선택합니다.
- **Source:** Trigger 소스를 선택합니다.
- **Polarity:** Trigger 입력의 극성을 선택합니다.
- **Exposure Time:** Exposure Source 를 Program 으로 설정한 경우와 Free-Run 모드에서 적용할 Exposure Time 을 설정합니다.
- **Strobe Type:** Strobe Type 을 설정합니다.
- **Strobe Polarity:** Strobe 출력 신호의 극성을 설정합니다.

10.3.3 ANALOG 탭

영상의 Gain 과 Offset 설정을 위한 탭입니다. 모든 스크롤 바는 마우스의 휠 스크롤로 조절할 수 있습니다.

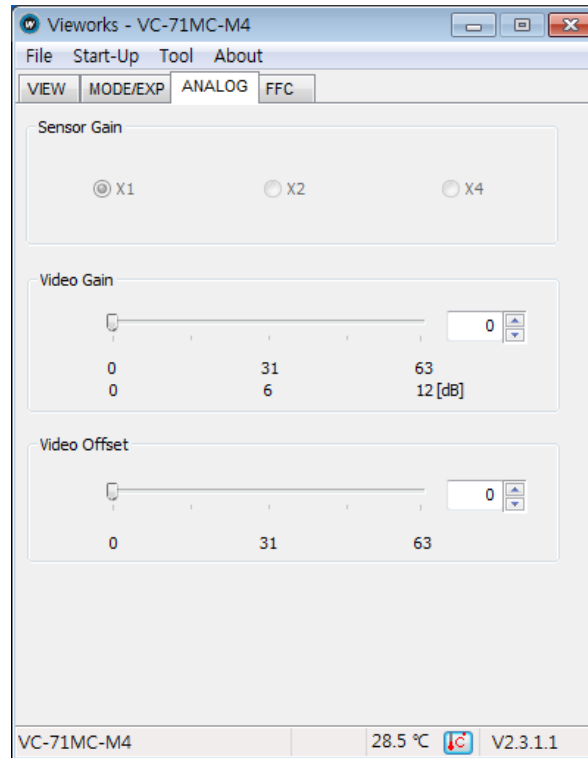


Figure 10.9 ANALOG Tab

- **Video Gain:** Gain 값을 설정합니다.
- **Video Offset:** Offset 값을 설정합니다.

10.3.4 FFC 탭

Flat Field Correction 설정을 위한 FFC 탭을 제공합니다.

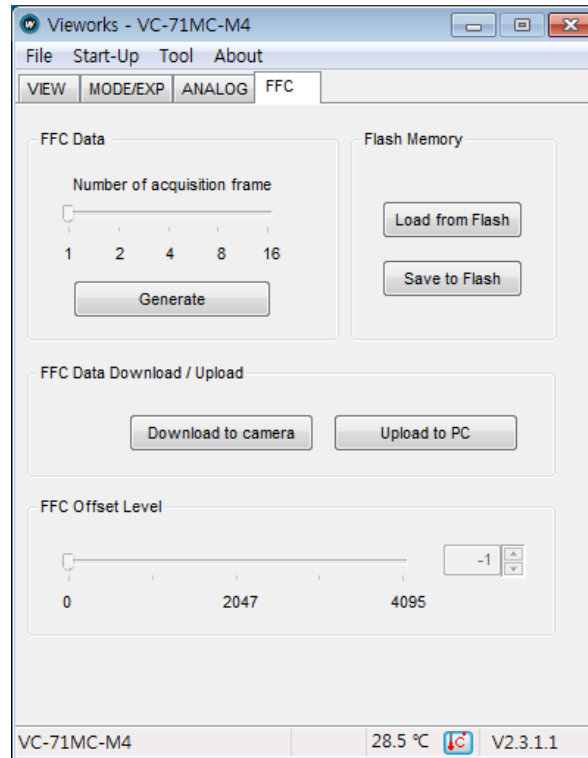


Figure 10.10 FFC Tab

- FFC Data:** **Generate** 버튼을 누르면 보정에 사용할 Flat Field Correction 데이터를 생성합니다.
- Flash Memory:** 생성한 FFC 데이터를 이후에 다시 사용하기 위해 Flash 에 저장하거나(Save to Flash), Flash 에 저장된 FFC 데이터를 불러옵니다(Load from Flash).
- FFC Data Download / Upload:** 사용자 컴퓨터에서 카메라로 FFC 데이터를 다운로드하거나(Download to camera), 카메라에 저장된 FFC 데이터를 사용자 컴퓨터로 업로드합니다(Upload to PC).

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 Glass 에 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.
 - Video 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.
- External Sync 모드가 제대로 작동하지 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 한번 더 확인하고 고장이라고 판단되면 고장 상태와 제품 정보를 정확히 기록하여 알려주십시오.

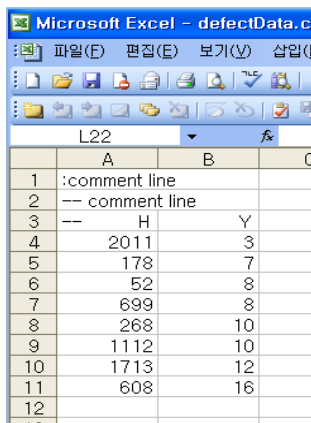
고장의 상태나 내용에 따라 유상과 무상으로 구분되며 아래의 고장 원인은 유상으로 처리됩니다.

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

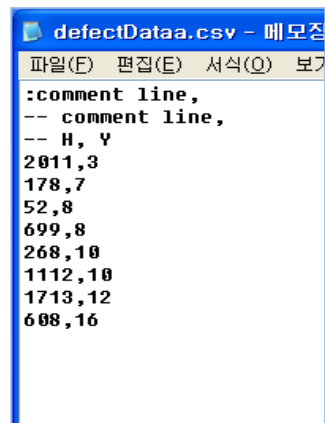
고장 내용 기록

Appendix A Defective Pixel Map Download

- 엑셀에서 아래 왼쪽 그림처럼 Defective 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.

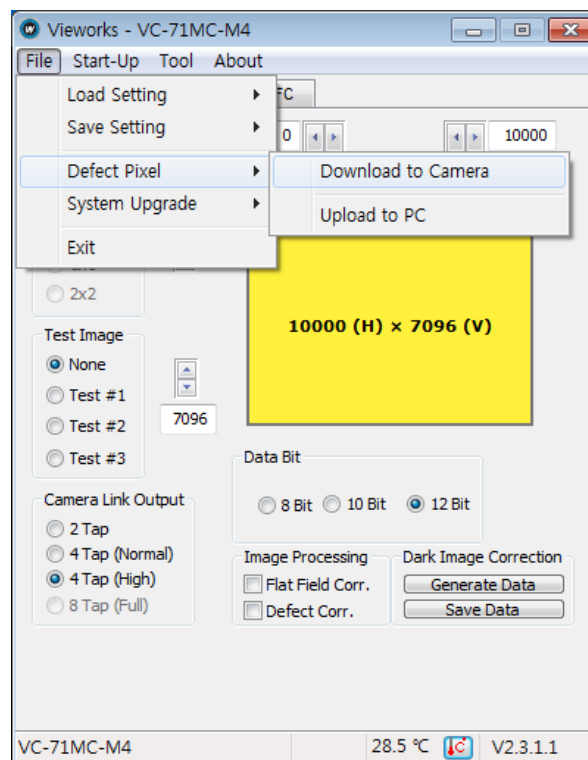


	A	B	C
1	:comment line		
2	-- comment line		
3	-- H	Y	
4	2011	3	
5	178	7	
6	52	8	
7	699	8	
8	268	10	
9	1112	10	
10	1713	12	
11	608	16	
12			

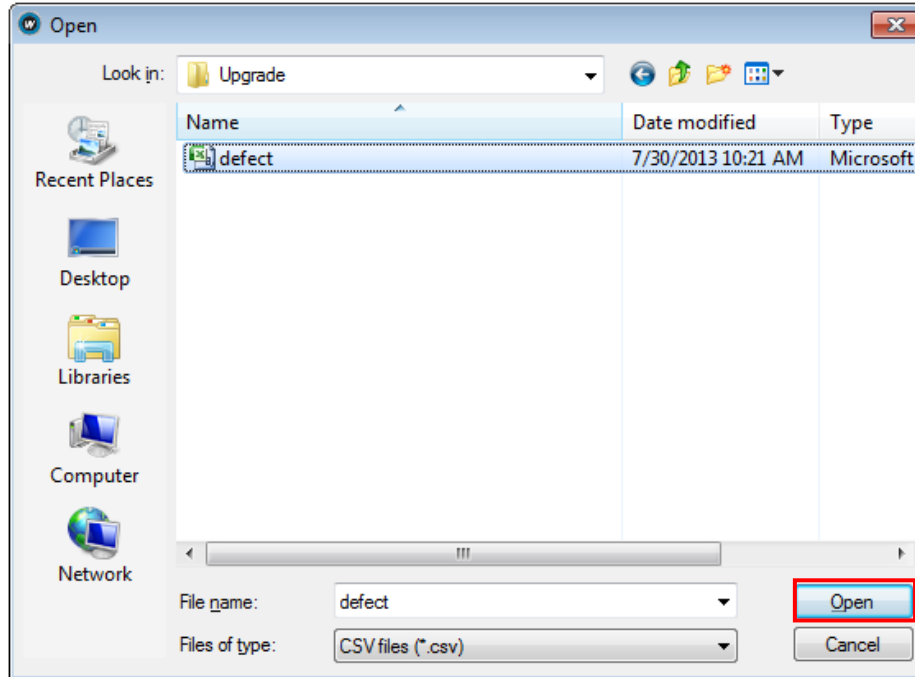


```
defectDataa.csv - 메모장
파일(F) 편집(E) 서식(O) 보
:comment line,
-- comment line,
-- H, Y
2011,3
178,7
52,8
699,8
268,10
1112,10
1713,12
608,16
```

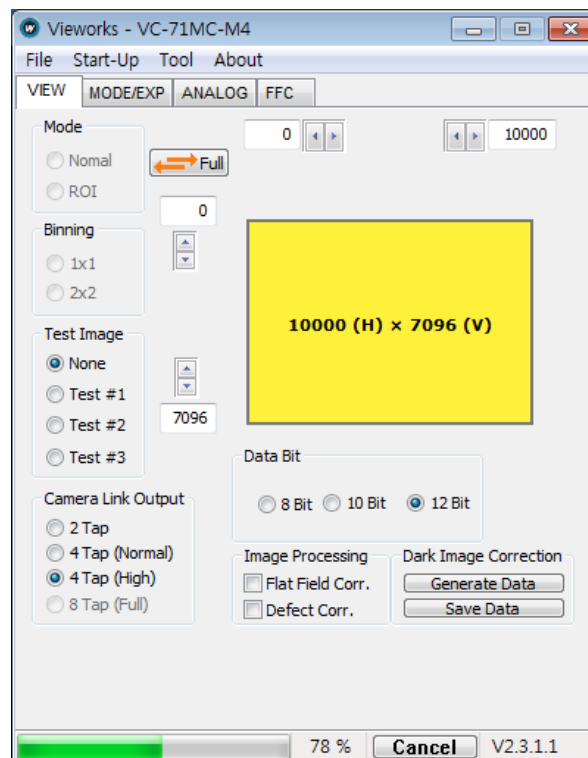
- Configurator 에서 **File > Defect Pixel > Download to Camera** 를 선택합니다.



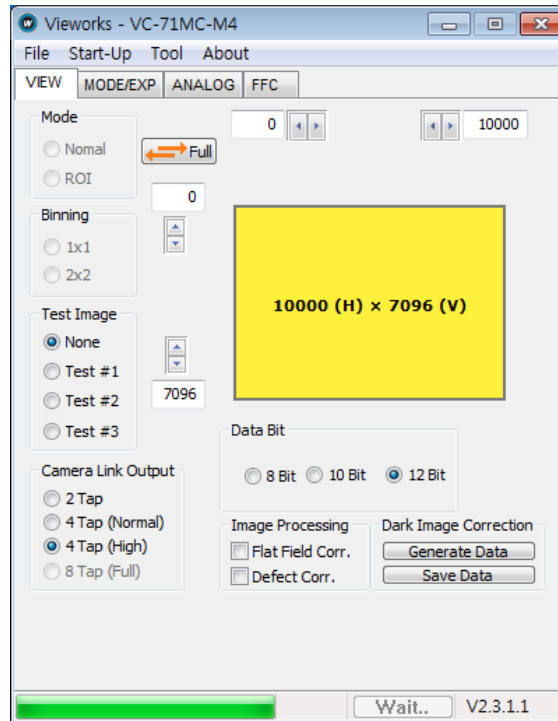
3. 작성한 파일을 선택하고 **열기** 버튼을 누릅니다.



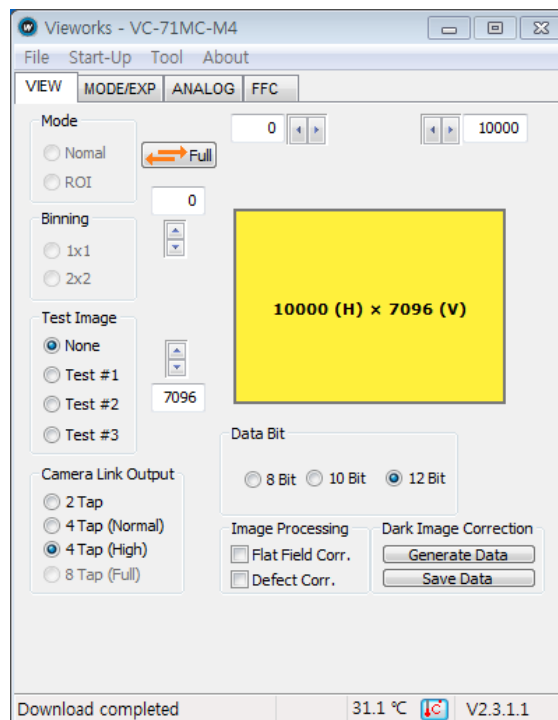
4. 카메라로 Defective Pixel Map 데이터의 전송이 진행되고 하단에 진행 상황이 표시됩니다.



- 다운로드가 완료되면 저장 과정이 진행됩니다. 저장 과정이 진행되는 동안 전원이 분리되지 않도록 주의하십시오.



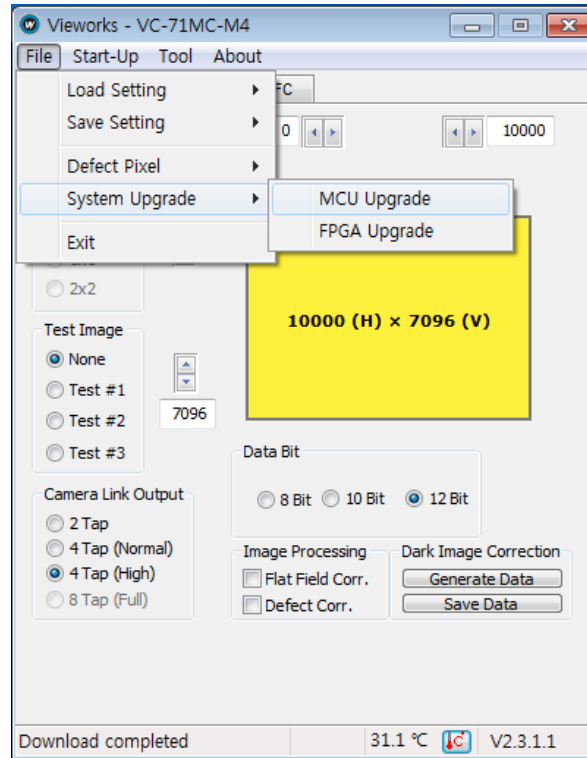
- 모든 과정이 완료되면 하단에 **Download completed** 란 메시지가 표시됩니다.



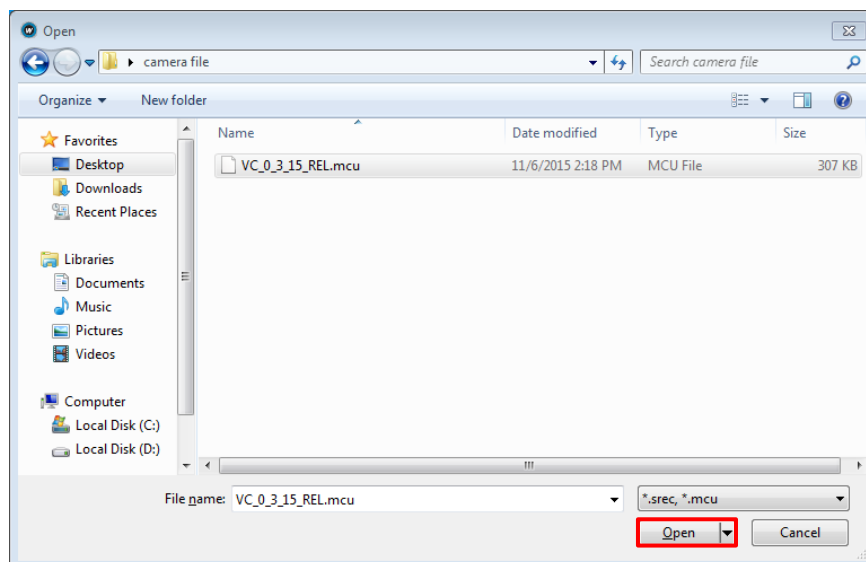
Appendix B Field Upgrade

B.1 MCU

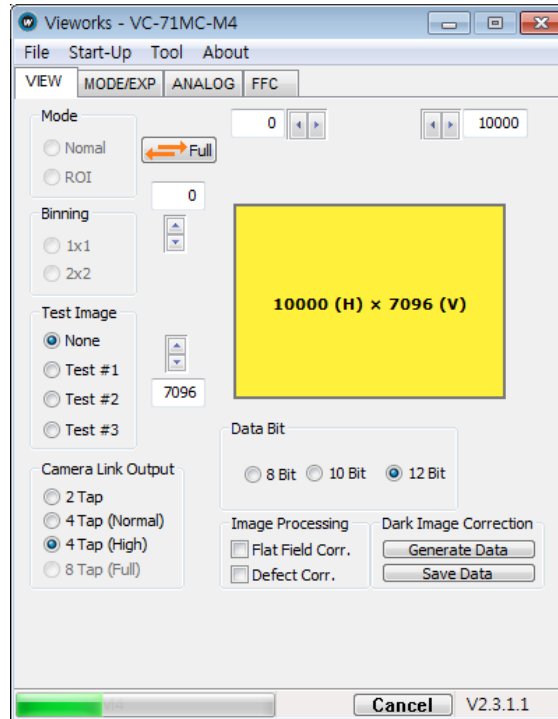
1. Configurator 에서 **File > System Upgrade > MCU Upgrade** 를 선택합니다.



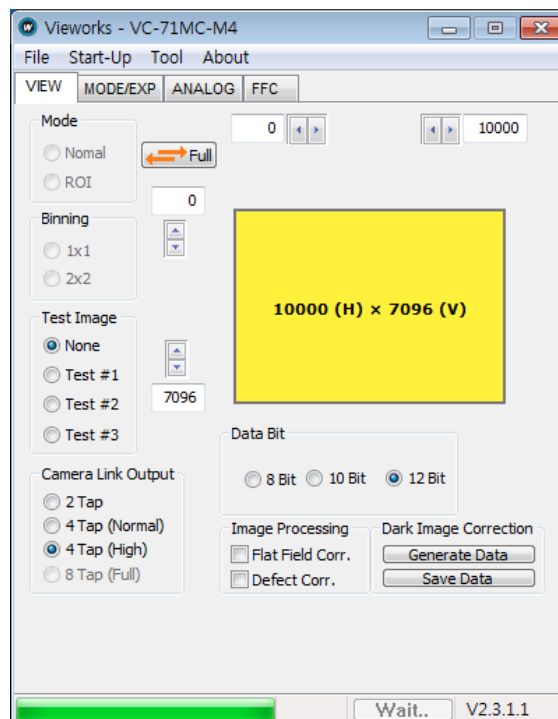
2. 제공된 MCU 업그레이드 파일(*.mcu)을 선택한 다음 **열기** 버튼을 누릅니다.



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.

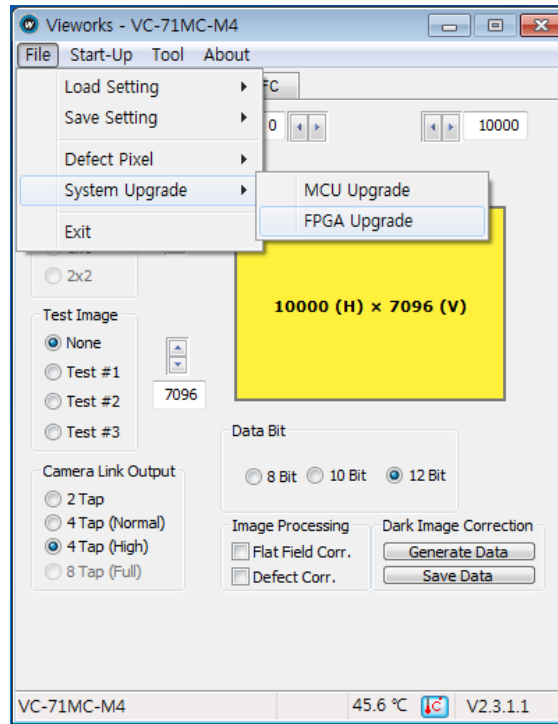


5. 모든 과정이 완료되면 전원을 껐다 켜 후 **Tool > Terminal** 을 선택하고 “gmv” 명령어를 입력해서 버전을 확인합니다. 또한, **About > Camera Info** 를 선택해서 MCU 버전을 확인할 수도 있습니다.

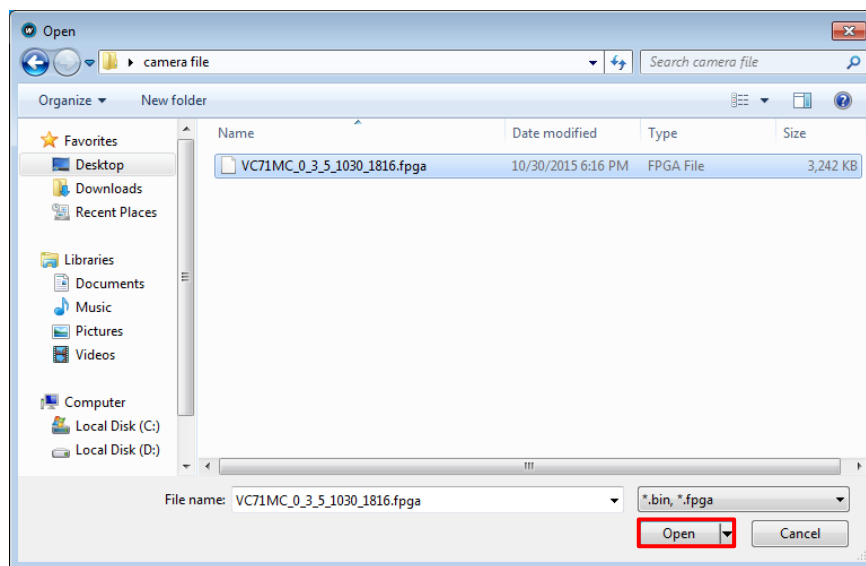


B.2 FPGA

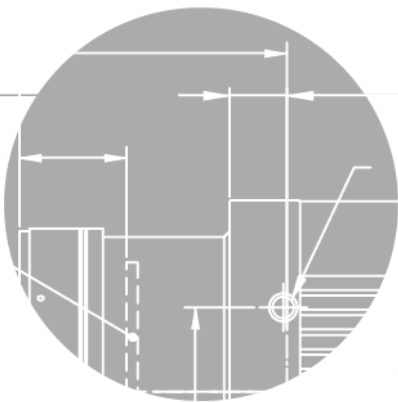
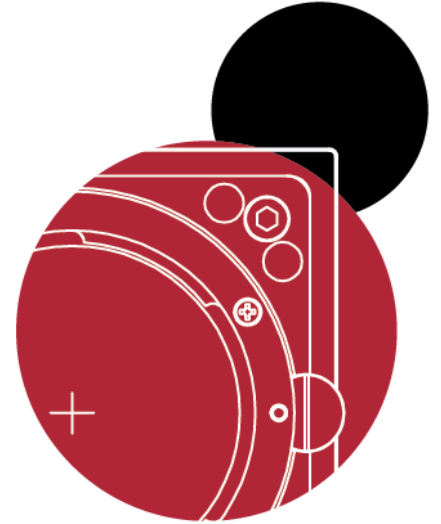
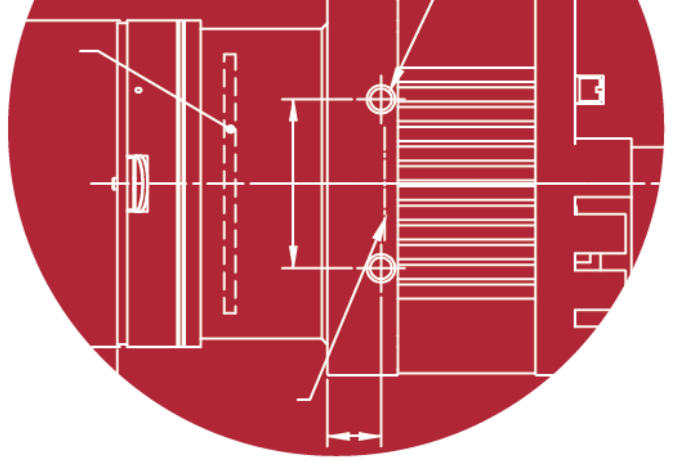
1. Configurator 에서 **File > System Upgrade > FPGA Upgrade** 를 선택합니다.



2. 제공된 FPGA 업그레이드 파일(*.fpga)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