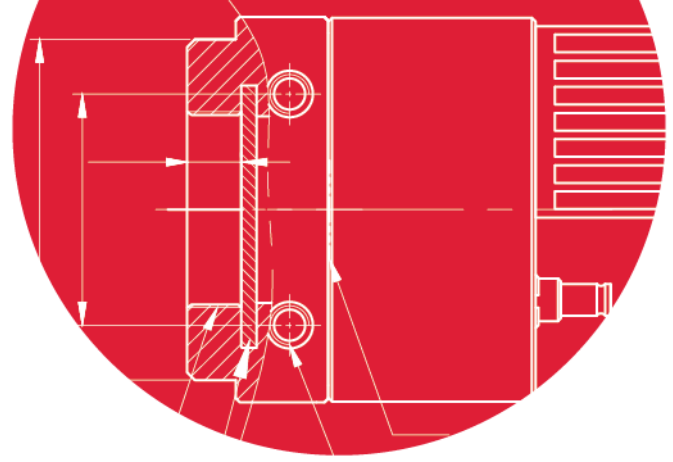


VC series

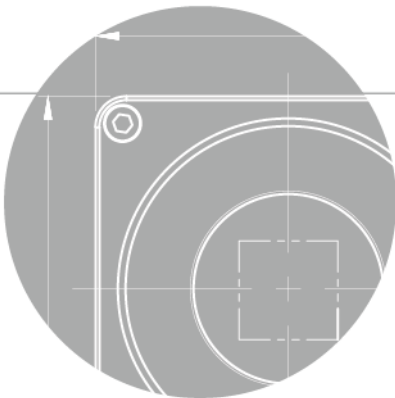
User Manual



한국어

VC-25MX-M 42 I

CoaXPress[®]



VIEWWORKS

개정 이력

버전	날짜	설명
1.0	2020-11-17	최초 릴리스
1.1	2023-02-15	UL 인증 관련 정보 수정

목차

1	주의사항	6
2	제품을 사용하기 전에	8
2.1	해당 제품.....	8
3	보증범위	9
4	사용자 안내문	10
5	제품 구성	11
6	제품 규격	12
6.1	개요.....	12
6.2	Specification.....	13
6.3	Camera Block Diagram	14
6.4	스펙트럼 응답 특성.....	15
6.5	Mechanical Specification.....	16
6.5.1	Camera Mounting 및 Heat Dissipation	17
6.5.2	제품 고정하기	17
7	카메라 연결 방법	18
7.1	중심대비 주변상 흐림에 대한 주의사항	19
7.2	Vieworks Imaging Solution 설치	19
8	Camera Interface	20
8.1	General Description	20
8.2	CoaXPress 커넥터	21
8.2.1	CoaXPress 커넥터(75 Ω DIN 1.0/2.3 Receptacle).....	21
8.3	전원 입력 및 컨트롤 입/출력 단자.....	22
8.4	Input Circuit.....	24
8.5	Output Circuit.....	24
9	Acquisition Control	25
9.1	개요.....	25
9.2	Acquisition Start/Stop 명령 및 Acquisition Mode	28
9.3	Exposure Start 트리거	29
9.3.1	Trigger Mode	29
9.3.2	Software 트리거 신호 사용하기	32
9.3.3	CoaXPress 트리거 신호 사용하기	33

9.3.4	External 트리거 신호 사용하기	34
9.3.5	Exposure Mode	36
9.4	노출 시간 설정	38
9.5	Exposure와 Readout Overlap	39
9.6	Global Shutter	41
9.7	허용 가능한 최대 Frame Rate	42
9.7.1	허용 가능한 최대 Frame Rate 증가하기	42
10	Camera Features	43
10.1	Image Region of Interest	43
10.2	Multi-ROI	46
10.3	CXP Link Configuration	49
10.4	Pixel Format	50
10.5	Gain 및 Black Level	51
10.6	Dynamic Defective Pixel Correction	52
10.7	Defective Pixel Correction	53
10.7.1	보정 방법	53
10.8	Dark Signal Non-uniformity Correction	54
10.8.1	사용자 DSNU 보정 값 생성 및 저장	55
10.9	Photo Response Non-uniformity Correction	56
10.9.1	사용자 PRNU 보정 값 생성 및 저장	57
10.10	Flat Field Correction	58
10.10.1	Flat Field Data Selector	61
10.11	Digital I/O Control	62
10.11.1	Debounce	64
10.12	Timer Control	65
10.13	Temperature Monitor	67
10.14	Status LED	67
10.15	Test Pattern	68
10.16	Reverse X	70
10.17	Reverse Y	71
10.18	Device User ID	72
10.19	Device Reset	72
10.20	Field Upgrade	72
10.21	User Set Control	73
11	제품 동작 이상 확인 및 조치	75

Appendix A Defective Pixel Map Download77
Appendix B Field Upgrade79

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

설치 시 주의사항



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

전원 공급 주의사항



- 잘못된 전원을 공급하면 카메라가 손상될 수 있습니다. 카메라의 전원 전압 입력 범위를 초과하거나 미달될 경우 카메라가 손상되거나 오작동할 수 있습니다. 카메라의 전압 입력 범위는 [6.2 Specification](#) 을 참조하십시오(※제조사 (주)뷰웍스는 어댑터를 제공하지 않음, 전원 공급 장치를 사용한다면, UL 62368-1 에서 규정하는 PS2 등급 이하의 장치 사용 권장).
- 카메라의 전원 배선 연결 전에 카메라의 입력전원이 OFF 되어 있는 것을 확인한 후에 작업해 주십시오. 카메라 손상의 원인이 될 수 있습니다.

2 제품을 사용하기 전에

VC-25MX-M42I 카메라를 구입해 주셔서 감사합니다.

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

2.1 해당 제품

이 매뉴얼은 다음 제품의 사용자를 위하여 작성했습니다.

- VC-25MX-M42I00, VC-25MX-M42I20 을 포함한 VC-25MX-M42I 제품군

3 보증범위

다음과 같은 경우 보증범위에서 제외됩니다.

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

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

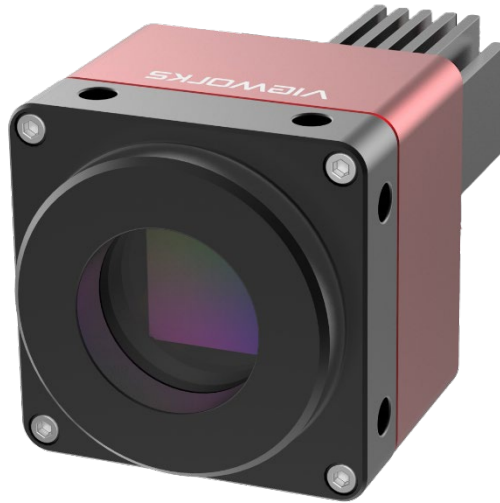
보증기간은 제품 판매 시 보증서에 명기되어 있는 기간으로 하고, 장비가 출고된 이후부터 적용됩니다.

4 사용자 안내문

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

5 제품 구성

Package Component



VC-25MX-M42I

6 제품 규격

6.1 개요

VC-25MX-M42I 카메라는 업계에서 성능이 입증된 VC 시리즈에 새로 추가된 25 메가픽셀 해상도의 CMOS 카메라로 두 채널 CoaXPress 인터페이스를 채용했습니다. Gpixel 사의 최신 CMOS 글로벌 셔터 영상 센서(GMAX0505)를 사용하여 5120 × 5120 해상도에서 최대 41.7 fps의 속도로 영상을 획득할 수 있습니다. 이러한 고해상도, 고속 및 글로벌 셔터의 조합은 산업용, 과학 및 감시용 디지털 영상 분야에 새로운 표준을 제시하고 있습니다. CoaXPress 인터페이스를 사용하여 단순한 coax 케이블 연결만으로도 초당 최대 12.5 Gbps의 속도로 영상 데이터를 전송할 수 있습니다. 콤팩트한 디자인의 VC-25MX-M42I 카메라는 고속 및 고해상도를 지원하여 FPD, PCB 및 반도체 검사 등의 까다로운 애플리케이션에 이상적입니다.

주요 특징

- High Speed 25 Megapixel CMOS Image Sensor
- Electronic Exposure Time Control (Global Shutter)
- Output Pixel Format: 8 / 10 bit
- Line Output
- Dynamic Defective Pixel Correction
- Output Channel: CXP6 × 1ch, CXP6 × 2ch
- CoaXPress Interface up to 41.7 fps at 12.5 Gbps using 2 coax cables
- Power Over CoaXPress (PoCXP)
- Gain / Black Level Control
- Test Pattern
- Temperature Monitor
- Field Upgrade
- DSNU and PRNU Correction
- Flat Field Correction
- GenICam Compatible – XML based Control
- VC-25MX-M42I Feature Bar



6.2 Specification

VC-25MX-M42I 카메라의 사양은 다음과 같습니다.

Specifications		VC-25MX-M42I
Active Image (H × V)		5120 × 5120
Sensor		Gpixel GMAX0505
Optical Format (Diagonal)		1.1" (18.1 mm)
Pixel Size		2.5 μm × 2.5 μm
Interface		CoaXPress
Electronic Shutter		Global Shutter
Max. Frame Rate		1 CH: 23.1 fps
		2 CH: 41.7 fps
Pixel Data Format		Mono 8, Mono 10
Exposure Time		1 μs ~ 60 s (1 μs step)
Partial Scan (Max. Speed)		6144.4 fps at 64 × 2
Black Level Control		0 ~ 63 LSB at 10 bit
Gain Control		1× ~ 32×
Trigger Synchronization		Free-Run, Hardware Trigger, Software Trigger or CXP
External Trigger		3.3 V ~ 24.0 V, 10 mA, Logical level input, Optically isolated
Software Trigger		Asynchronous, Programmable via Camera API
Dynamic Range		60 dB
Lens Mount		C-mount
Power	External	11 ~ 24 VDC
	Dissipation	Typ. 8.0 W
	PoCXP	24 VDC, CH 1 only
Temperature		Operating: 0 ~ 40°C, Storage: -40°C ~ 70°C
Dimension / Weight		50 mm × 50 mm × 68 mm, 220g (with C-mount)
API SDK		Vieworks Imaging Solution 7.X

Table 5.1 VC-25MX-M42I 사양

6.3 Camera Block Diagram

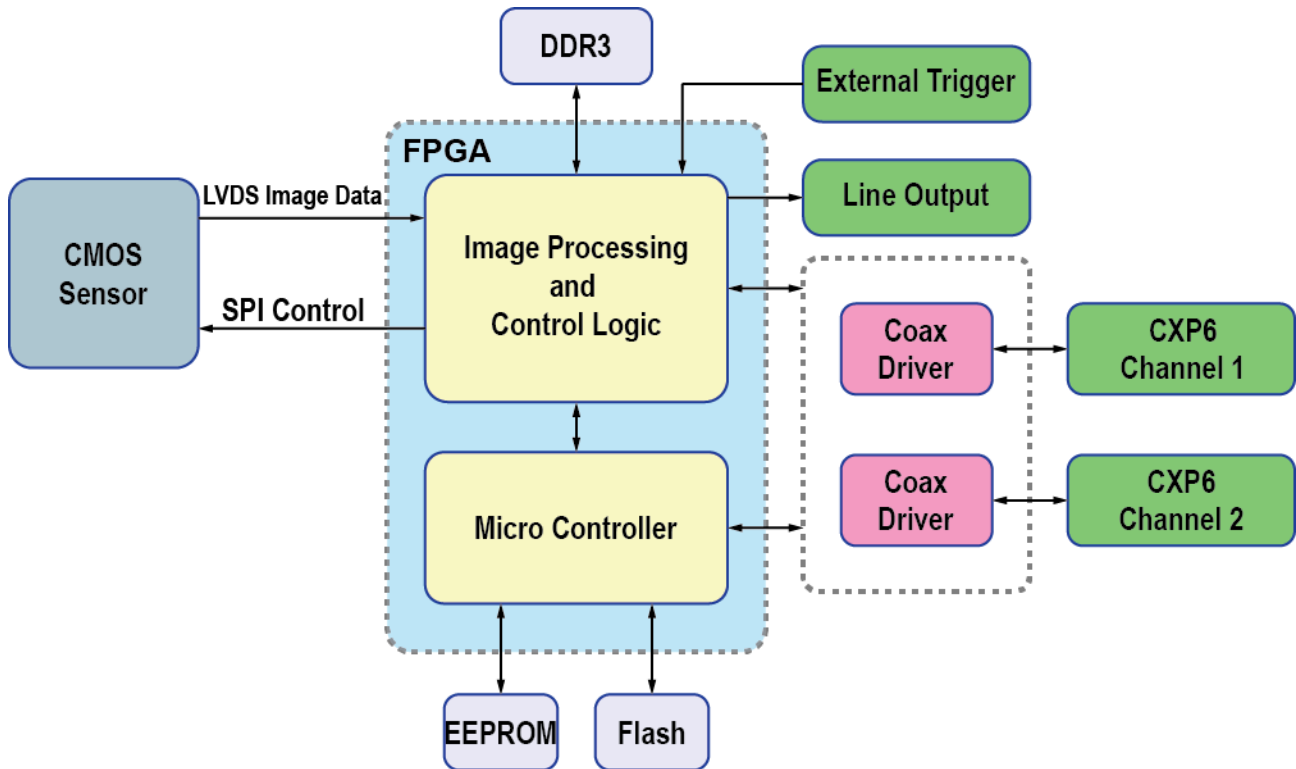


Figure 5-1 Camera Block Diagram

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 CoaXPress 인터페이스를 통하여 사용자로부터 명령을 받고 이를 처리합니다.

프로세싱 & 컨트롤 로직은 CMOS 센서에서 전달된 영상 데이터를 처리하여 CoaXPress 인터페이스로 내보내고, 시간에 민감한 트리거 입력과 출력 신호의 컨트롤을 담당합니다. 이 밖에, FPGA의 외부에는 마이크로 컨트롤러의 작동을 위한 Flash와 영상 처리를 위한 DDR3이 장착되어 있습니다.

6.4 스펙트럼 응답 특성

다음 그래프는 VC-25MX-M42I 흑백 카메라에 대한 스펙트럼 응답 특성을 보여줍니다.

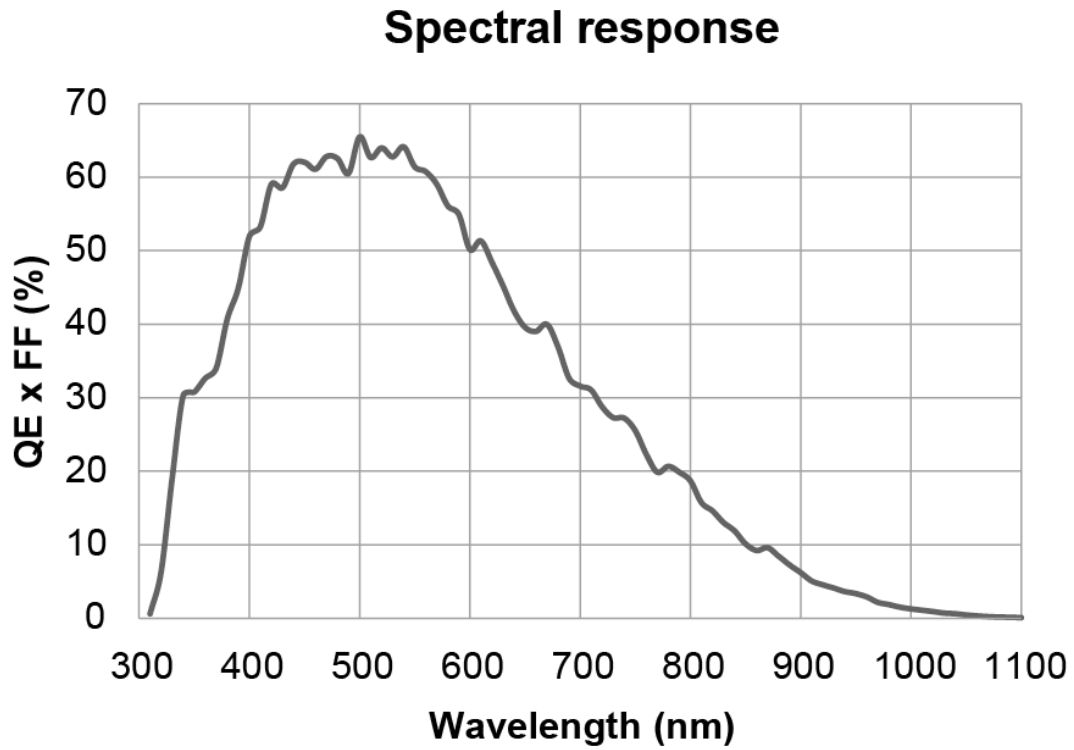


Figure 5-2 VC-25MX-M42I Spectral Response

6.5 Mechanical Specification

다음 도면은 밀리미터 단위의 카메라 치수를 나타냅니다.

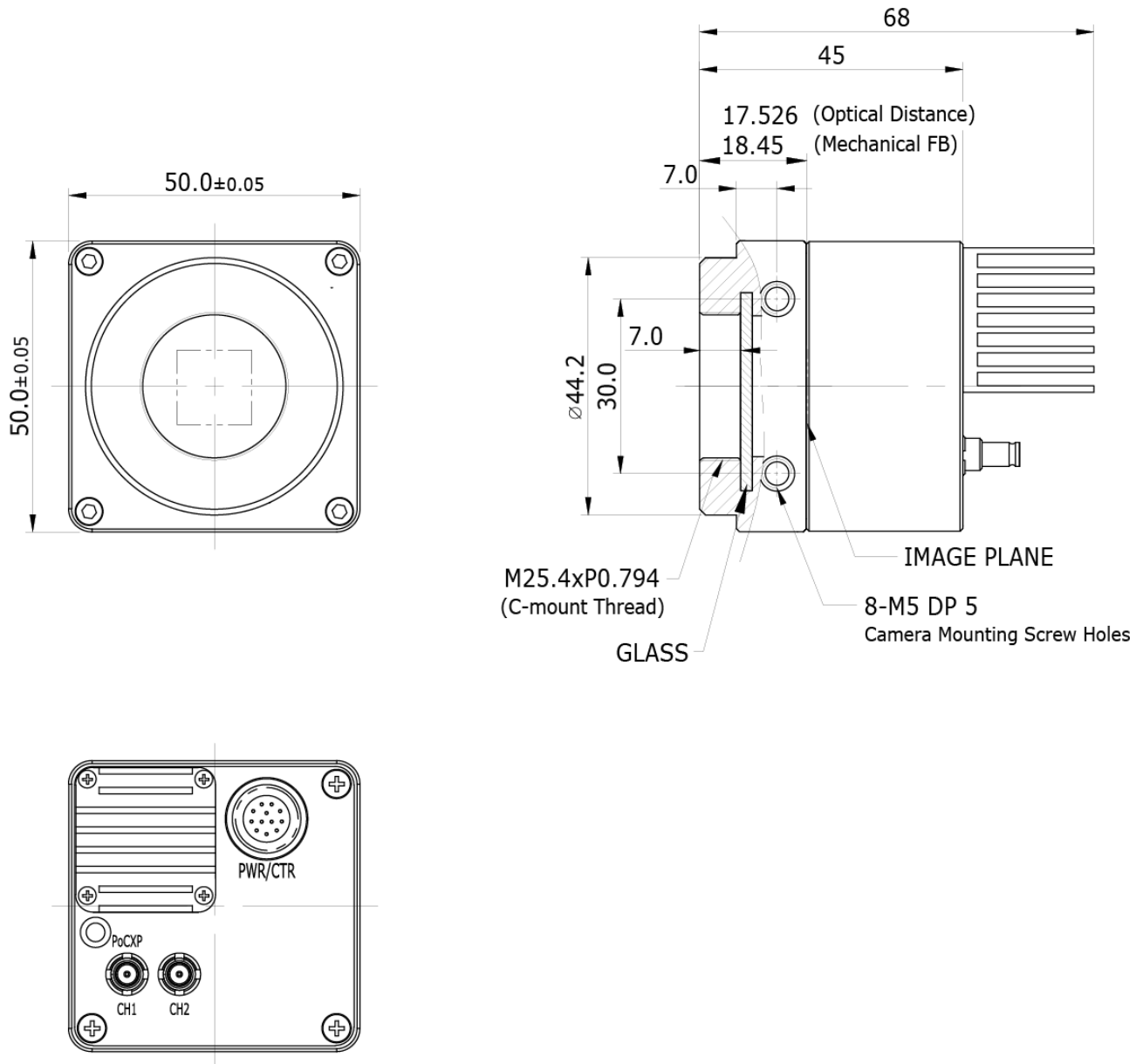


Figure 5-3 VC-25MX-M42I C-mount Mechanical Dimension

6.5.1 Camera Mounting 및 Heat Dissipation

카메라는 충분히 방열할 수 있는 구조에 설치하여 카메라 하우징의 온도를 50도 미만으로 유지해야 합니다. VC-25MX-M42I 시리즈 카메라는 저전력으로 설계되어 작동하는 동안 카메라의 하우징 온도는 지정된 제한 온도 범위 내에서 유지됩니다. 하지만 카메라를 방열할 수 없거나 열악한 환경에 설치하면 과열될 수 있습니다. 다음과 같은 일반적인 가이드라인에 따라서 설치하는 것이 좋습니다.

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

6.5.2 제품 고정하기

필요할 경우 사용자는 VC-25MX-M42I 제품을 단단하게 고정시켜서 사용할 수 있습니다. 이런 작업을 할 때 고정나사를 체결하여 이용할 수 있는 부분은 다음 그림에서 실선으로 표시한 8개 부분입니다.

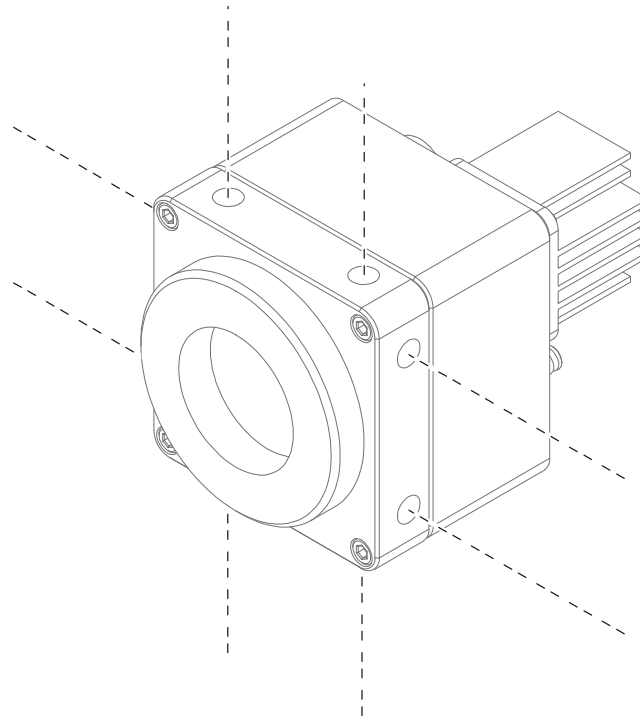


Figure 5-4 VC-25MX-M42I 시리즈 제품을 거치할 때 고정나사 위치

네 개의 면 중에서 최소한 한 면 이상을 고정해야 하며, 이때 반드시 한 개의 면에 대하여 나사를 2개 모두 체결하십시오. 이 제품의 경우, 사용할 고정나사의 종류는 M5이며, 이 고정나사가 최소한 4 mm 이상 카메라에 박히도록 체결하셔야 합니다.

7 카메라 연결 방법

다음 설명은 사용자의 PC 에 CoaXPress Frame Grabber(이하 'CXP Frame Grabber')와 관련 소프트웨어가 설치되어 있다고 가정합니다. 또한 아래 절차는 2 개의 coax 케이블을 사용하여 카메라와 CXP Frame Grabber 사이의 연결을 구성한다고 가정합니다. 자세한 내용은 CXP 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.
 - 전원 공급 장치를 사용하여 카메라에 전원을 공급하려는 경우 2 번 단계를 진행하십시오.
 - PoCXP(Power over CoaXPress) 지원 Frame Grabber 를 사용하여 카메라에 전원을 공급하려는 경우 3 번 단계를 진행하십시오.
2. 전원 공급 장치를 사용하는 경우
 - a. Coax 케이블의 한쪽 끝을 카메라의 CXP 커넥터 CH1 에 꽂고 다른 끝은 PC 의 CXP Frame Grabber CH1 에 연결합니다. 그런 다음, 다른 coax 케이블을 사용하여 카메라의 CXP 커넥터 CH2 와 CXP Frame Grabber CH2 를 연결합니다.
 - b. 전원 어댑터를 카메라의 전원 입력 단자에 연결합니다.
 - c. 전원 어댑터의 플러그를 전기 콘센트에 꽂습니다.
3. PoCXP 지원 Frame Grabber 를 사용하는 경우
 - a. Coax 케이블의 한쪽 끝을 카메라의 CXP 커넥터 CH1 에 꽂고 다른 끝은 PC 의 CXP Frame Grabber CH1 에 연결합니다. 그런 다음, 다른 coax 케이블을 사용하여 카메라의 CXP 커넥터 CH2 와 CXP Frame Grabber CH2 를 연결합니다.
 - b. CH1 채널은 반드시 연결해야 카메라에 전원을 공급할 수 있습니다.
4. 모든 케이블이 제대로 연결되었는지 확인합니다.

Power over CoaXPress 사용 시 주의사항



- Coax 케이블 하나만 사용하여 카메라와 CXP Frame Grabber 를 연결하려면 카메라의 CXP 커넥터 CH1 과 CXP Frame Grabber CH1 을 연결해야 합니다.
- PoCXP 지원 Frame Grabber 를 사용하여 카메라에 전원을 공급하려면 카메라 및 CXP Frame Grabber 의 CH1 은 반드시 연결해야 합니다.

7.1 중심대비 주변상 흐림에 대한 주의사항

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

7.2 Vieworks Imaging Solution 설치

최신 Vieworks Imaging Solution 을 <http://vision.vieworks.com> 에서 다운로드할 수 있습니다.
소프트웨어 설치 후 하드웨어 설치를 진행해야 합니다.

8 Camera Interface

8.1 General Description

카메라의 후면부에는 2 종류의 커넥터와 상태 표시 LED 가 있으며 각각의 기능은 다음과 같습니다.

- ① 12 핀 전원 입력 및 컨트롤 입/출력 단자: 카메라 전원 입력, 카메라의 입력 및 출력 라인으로 설정
- ② Status LED: 전원 상태 및 작동 모드 표시
- ③ CoaXPress 커넥터: 비디오 데이터 전송 및 카메라 제어

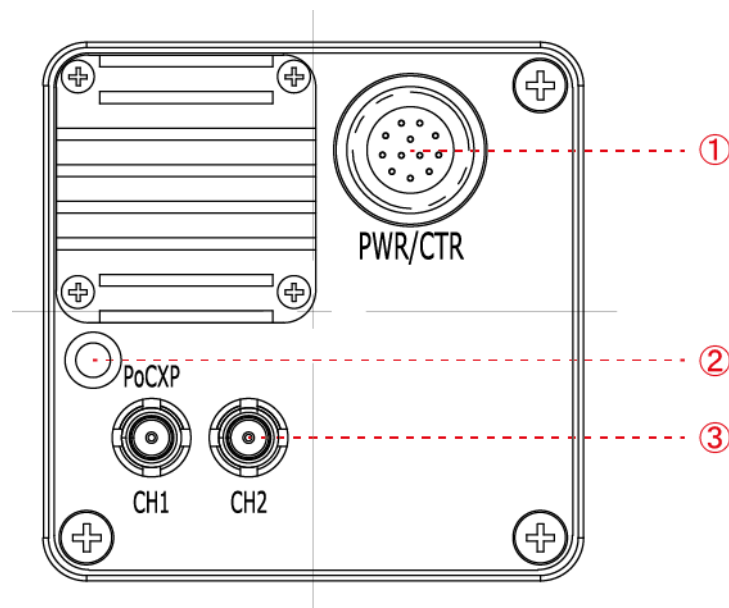


Figure 7-1 VC-25MX-M42I with DIN 1.0/2.3-type Connectors

8.2 CoaXPress 커넥터

CoaXPress 프로토콜에는 자동 링크 검색 메커니즘(Plug and Play)이 포함되어 카메라에서 CXP Frame Grabber 로의 연결을 정확하게 감지할 수 있습니다. 카메라와 CXP Frame Grabber 사이의 연결은 동축 케이블(coaxial cable)을 사용하고, 케이블당 최대 6.25Gbps 로 데이터를 전송할 수 있습니다. PoCXP 지원 CXP Frame Grabber 를 사용하는 경우 동축 케이블을 통해 카메라에 전원을 공급할 수도 있습니다.

8.2.1 CoaXPress 커넥터(75 Ω DIN 1.0/2.3 Receptacle)

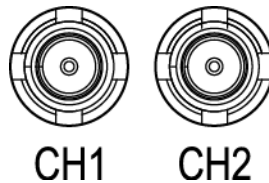


Figure 7-2 CoaXPress DIN 1.0/2.3-type 커넥터

VC-25MX-M42I 카메라의 CoaXPress 커넥터는 CoaXPress 표준을 따르며 커넥터의 채널 구성은 다음 표와 같습니다.

Channel	Max. Bit Rate per Coax	Type	PoCXP Compliant
CH1	6.25 Gbps	Master Connection	Yes
CH2	6.25 Gbps	Extension Connection	No

Table 7.1 CoaXPress 커넥터 핀 구성



동축 케이블(또는 'coax 케이블'이라고 함)을 사용하여 CXP Frame Grabber 와 카메라를 연결할 때 연결 위치에 주의해야 합니다. 카메라의 CXP 커넥터 CH1 과 CXP Frame Grabber CH1 을 올바르게 연결하지 않으면 카메라의 영상이 제대로 출력되지 않거나 PC 와 카메라의 통신이 정상적으로 수행되지 않습니다.

8.3 전원 입력 및 컨트롤 입/출력 단자

카메라의 전원 입력 및 컨트롤 입/출력 단자는 Hirose 12 핀 커넥터(part # HR10A-10R-12PB)입니다. 핀 배치 및 구성은 다음과 같습니다.



Figure 7-3 전원 입력 및 컨트롤 입/출력 단자의 핀 배치도

Pin Number	Signal	Type	Description
1	DC Ground	Input	Camera Power GND
2	+12 VDC	Input	Camera Power +12 VDC
3	I/O Output -	Output	-
4	I/O Output +	Output	-
5	Trigger Input -	Input	-
6	Trigger Input +	Input	-
7 - 12	N/C	-	-

Table 7.2 전원 입력 및 컨트롤 입/출력 단자의 핀 구성



- Hirose 12 핀 커넥터에 권장되는 메이팅(mating) 커넥터는 Hirose 12 핀 플러그(part # HR10A-10P-12S) 또는 동종의 커넥터입니다.
- 외부 전원 공급 장치는 11 ~ 24 VDC 전압 출력에 3A 이상 전류 출력을 가지는 전원 어댑터의 사용을 추천합니다(※ 제조사 (주)뷰웍스는 어댑터를 제공하지 않음, 전원 공급 장치를 사용한다면, UL 62368-1 에서 규정하는 PS2 등급 이하의 장치 사용 권장).

전원 입력 시 주의사항



- 카메라의 전원 배선 연결 전에 카메라의 입력 전원이 꺼져 있는 것을 확인한 후에 작업을 진행하십시오. 카메라 손상의 원인이 될 수 있습니다.
- 카메라의 전원 전압 입력 범위를 초과하여 전압을 공급하면 카메라의 내부 회로가 손상될 수 있습니다.

8.4 Input Circuit

아래 그림은 12 핀 커넥터의 트리거 신호 입력 회로를 나타내고 있습니다. 트리거 입력 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.

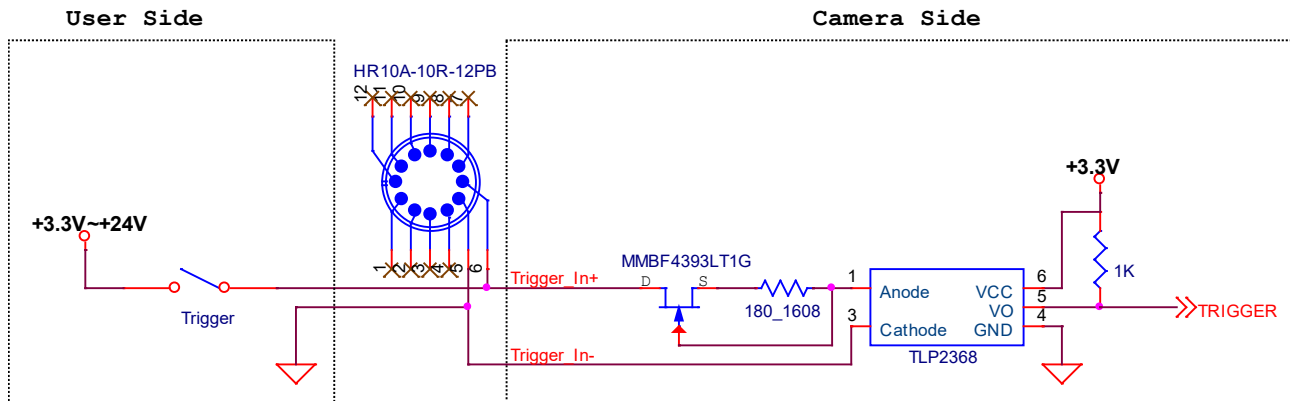


Figure 7-4 Input Schematic

8.5 Output Circuit

아래 그림은 12 핀 커넥터의 출력 회로를 나타내고 있습니다. 사용자는 Digital I/O Control 설정을 통해 출력을 설정할 수 있습니다([9.11 Digital I/O Control](#) 참조).

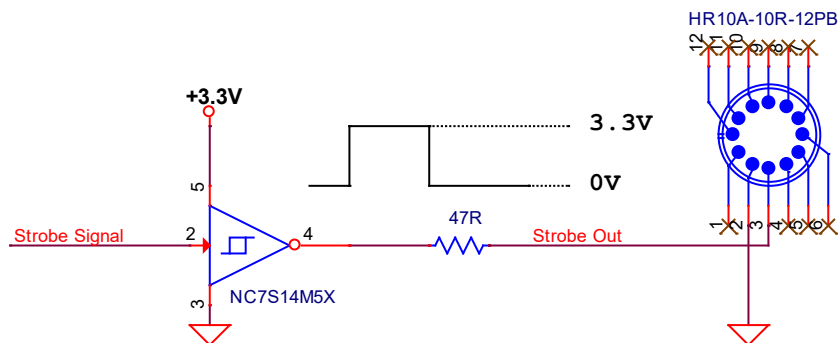


Figure 7-5 Output Schematic

9 Acquisition Control

이 장에서는 영상 획득을 제어하는 데 필요한 다음과 같은 항목에 대해 자세한 정보를 제공합니다.

- 영상 획득 트리거 방법
- 노출 시간 설정
- Frame rate 제어
- 카메라 설정에 따른 최대 frame rate 변화

9.1 개요

이 절에서는 영상을 획득하는 데 필요한 요소에 대해 간략하게 설명합니다.

영상 획득을 제어하는 데 필요한 중요한 세 가지 요소는 다음과 같습니다.

- **Acquisition Start/Stop** 명령 및 **Acquisition Mode** 파라미터
- Exposure start(노출 시작) 트리거
- 노출 시간 제어



이 장의 설명에 나오는 프레임은 일반적으로 획득한 한 장의 영상을 의미합니다.

Acquisition Start/Stop 명령 및 Acquisition Mode

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

Acquisition Mode 파라미터는 **Acquisition Start** 명령의 작동 방법에 직접적인 영향을 미치고, VC-25MX-M42I 카메라는 **Continuous** 만 지원합니다.

Acquisition Mode 파라미터를 **Continuous** 로 설정하면 한 장의 영상을 획득한 후에도 **Acquisition Start** 명령은 만료되지 않습니다. **Acquisition Start** 명령을 실행한 후 원하는 만큼 영상을 획득할 수 있습니다.

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

Exposure Start 트리거

Exposure Start 트리거 신호를 카메라에 공급하면 카메라는 *Exposure Start 트리거 획득 대기 상태*를 해제한 후 노출 과정을 진행하고 프레임의 readout 합니다(Figure 8.1). 카메라가 다음 Exposure Start 트리거 신호를 받아들일 상태가 되면 카메라는 *Exposure Start 트리거 획득 대기 상태*로 되돌아갑니다. 이 상태에서 새로운 Exposure Start 트리거 신호를 카메라에 공급하면 카메라는 다음 노출을 시작합니다.

Exposure Start Trigger 는 다음과 같이 두 가지 모드로 설정할 수 있습니다.

Trigger Mode 파라미터를 **Off** 로 설정하면 카메라는 필요한 exposure start 트리거를 내부에서 발생시키므로 사용자가 exposure start 신호를 공급할 필요가 없습니다. 카메라에서 발생하는 신호와 영상을 획득하는 속도는 frame rate 관련 파라미터의 설정에 따라서 결정됩니다.

Trigger Mode 파라미터를 **On** 으로 설정하면 사용자가 카메라에 exposure start 트리거 신호를 공급해서 카메라가 노출 과정을 시작하도록 해야 합니다. 트리거 신호가 공급될 때마다 카메라는 노출 과정을 시작합니다. 이러한 방법으로 노출 과정이 진행될 때, 허용 가능한 최대 frame rate 보다 빠른 속도로 트리거 신호를 공급하면 안 됩니다(허용 가능한 최대 frame rate 는 이 장 끝에서 설명). 카메라가 *Exposure Start 트리거 획득 대기 상태*가 아닐 때 트리거 신호를 공급하면 해당 신호는 무시됩니다.

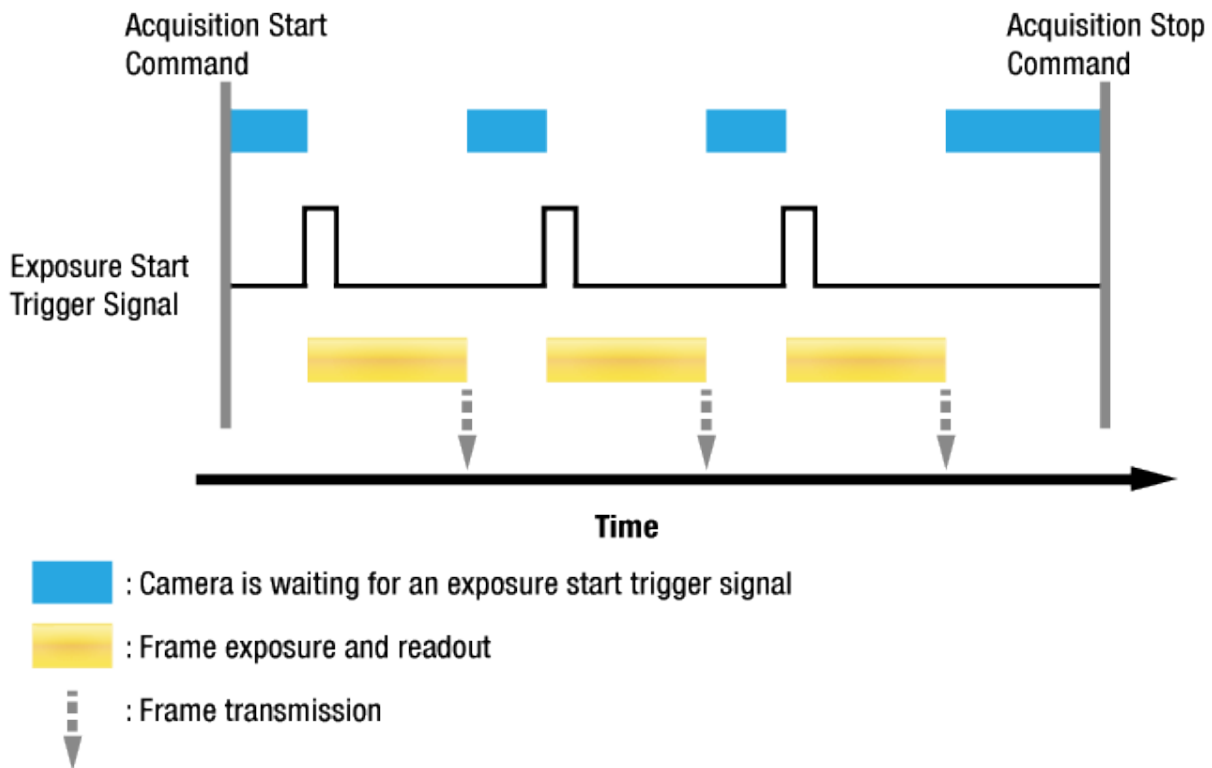


Figure 8-1 Exposure Start Triggering

트리거 신호 공급

앞의 절에서는 “트리거 신호 공급”에 대해서 얘기하고 있습니다. Exposure start 트리거 신호를 카메라에 공급하는 방법에는 **Software, User Output0, CXPin** 또는 **Line0**(흔히 Hardware 라고 함) 네 가지가 있습니다.

Software 를 통해서 트리거 신호를 공급하려면 **Trigger Source** 파라미터를 **Software** 로 설정해야 합니다. 그런 다음 **Trigger Software** 명령을 실행할 때마다 exposure start 트리거 신호가 카메라에 공급됩니다. 사용자 설정(**User Output**) Exposure Start 트리거 신호를 카메라에 공급하려면 **Trigger Source** 파라미터를 **User Output0** 으로 설정해야 합니다. 그런 다음 **User Output Value** 파라미터를 **On**(상승) 또는 **Off**(하강)로 전환하여 Exposure Start 트리거 신호를 카메라에 공급할 수 있습니다.

CXP Frame Grabber 의 CH1 채널을 통해서 트리거 신호를 공급하려면 **Trigger Source** 파라미터를 **CXPin** 으로 설정해야 합니다. 그런 다음 CXP Frame Grabber 제조사에서 제공하는 API 를 활용하여 CoaXPress 트리거 신호를 exposure start 트리거 신호로서 카메라에 공급할 수 있습니다. 자세한 내용은 CXP Frame Grabber 사용 설명서를 참조하십시오.

Hardware 를 통해서 트리거 신호를 공급하려면 **Trigger Source** 파라미터를 **Line0** 으로 설정해야 합니다. 그런 다음 적절한 전기 신호를 카메라에 공급하면 발생된 exposure start 트리거 신호를 카메라에서 인식하게 됩니다.

노출 시간 제어

Exposure start 트리거 신호를 카메라에 공급하면 카메라는 영상 획득을 시작합니다. 영상 획득 과정에서 중요한 요소는 영상을 획득하는 동안 카메라 센서의 픽셀이 빛에 노출되는 시간입니다.

카메라의 **Trigger Source** 를 **Software** 로 설정하면 **Exposure Time** 파라미터에 의해 각 영상의 노출 시간이 결정됩니다.

카메라의 **Trigger Source** 를 **User Output0, CXPin** 또는 **Line0** 으로 설정하면 **Timed** 와 **Trigger Width** 두 가지 방법으로 **Exposure Mode** 를 설정할 수 있습니다. **Timed** 로 설정하면 **Exposure Time** 파라미터에 의해 각 영상의 노출 시간이 결정되고, **Trigger Width** 로 설정하면 사용자가 User Output, CoaXPress 또는 Hardware 신호의 상승(rising)과 하강(falling)을 조작함에 따라 노출 시간이 결정됩니다. **Trigger Width** 모드는 영상마다 다른 노출 시간을 적용할 때 유용합니다.

9.2 Acquisition Start/Stop 명령 및 Acquisition Mode

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

Acquisition Stop 명령을 실행하면 카메라의 영상 획득 기능을 종료합니다. **Acquisition Stop** 명령을 실행하면 카메라는 다음과 같이 작동합니다.

- 카메라가 영상 획득 과정을 진행하고 있지 않으면 즉시 영상 획득 기능을 종료합니다.
- 카메라가 영상 획득 과정을 진행하고 있으면 진행 중인 영상 획득 과정을 완료하고 새 영상 획득 기능을 종료합니다.

Acquisition Status 파라미터를 사용하여 카메라가 현재 영상 획득 과정을 진행하고 있는지 여부를 확인할 수 있습니다. 카메라가 영상 획득 과정을 진행하고 있을 때 **Acquisition Status** 파라미터를 읽으면 True 를 반환하거나 체크상자가 선택되고, 영상 획득 과정을 진행하고 있지 않을 때 **Acquisition Status** 파라미터를 읽으면 False 를 반환하거나 체크상자가 선택 해제됩니다.



카메라의 영상 획득 기능을 완전히 종료하기 전에 **Acquisition Start** 명령을 다시 실행하면, 해당 명령은 카메라에서 무시될 수 있습니다. 이러한 문제를 방지하려면 **Acquisition Stop** 명령을 실행하고 카메라가 영상 획득 과정을 완료할 때까지 기다린 다음 **Acquisition Start** 명령을 실행하십시오.

VC-25MX-M42I 카메라에서는 **Continuous** 한 가지 방법으로 **Acquisition Mode** 를 설정할 수 있습니다.

Acquisition Start 명령을 실행한 후 원하는 만큼 exposure start 트리거 신호를 수신할 수 있습니다.

카메라가 *Exposure Start 트리거 획득 대기 상태*에서 exposure start 트리거 신호를 수신할 때마다 카메라는 영상을 획득하고 전송합니다. 카메라는 **Acquisition Stop** 명령을 실행할 때까지 계속해서 영상을 획득합니다. **Acquisition Stop** 명령을 실행하면 더 이상 영상을 획득할 수 없습니다.

9.3 Exposure Start 트리거

Trigger Selector 파라미터를 사용하여 사용할 트리거 유형을 선택할 수 있고, VC-25MX-M42I 카메라에서는 **Exposure Start** 트리거만 사용할 수 있습니다. Exposure Start 트리거는 영상 획득을 시작하는 데 사용됩니다. Exposure Start 트리거는 카메라 내부에서 생성하거나 **Trigger Source** 를 **Software, User Output0, CXPin** 또는 **Line0** 으로 설정하여 외부에서 공급할 수도 있습니다. Exposure Start 트리거 신호를 카메라에 공급하면 카메라는 노출 과정을 시작합니다.

9.3.1 Trigger Mode

Exposure Start 트리거와 관련된 가장 중요한 파라미터는 **Trigger Mode** 파라미터입니다. **Trigger Mode** 파라미터는 **Off** 또는 **On** 으로 설정할 수 있습니다.

9.3.1.1 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.

Trigger Mode 를 **Off** 로 설정한 후 **Acquisition Start** 명령을 실행하면 카메라는 자동으로 Exposure Start 트리거 신호를 생성합니다. 카메라는 **Acquisition Stop** 명령을 실행할 때까지 계속해서 Exposure Start 트리거 신호를 생성합니다.



Free Run

Trigger Mode 파라미터를 **Off** 로 설정하면 카메라 내부에서 필요한 모든 트리거 신호를 생성합니다. 이와 같이 카메라를 설정하면 사용자가 필요한 트리거를 주입하지 않아도 계속해서 영상을 획득합니다. 이러한 사용 방법을 흔히 “free run”이라고 합니다.

카메라에서 Exposure Start 트리거 신호를 생성하는 속도는 **Acquisition Frame Rate** 파라미터에 의해 결정될 수 있습니다.

- 현재 카메라 설정에서 허용 가능한 최대 frame rate 보다 적은 값으로 설정하면 지정한 frame rate 로 Exposure Start 트리거 신호를 생성합니다.
- 현재 카메라 설정에서 허용 가능한 최대 frame rate 보다 큰 값으로 설정하면 카메라는 허용 가능한 최대 frame rate 로 Exposure Start 트리거 신호를 생성합니다.

Trigger Mode = Off일 때 노출 시간 제어

Trigger Mode 파라미터를 **Off** 로 설정하면 각 영상 획득에 대한 노출 시간은 **Exposure Time** 파라미터의 값에 의해 결정됩니다. 자세한 내용은 [9.4 노출 시간 설정](#)을 참조하십시오.

9.3.1.2 Trigger Mode = On

Trigger Mode 파라미터를 **On** 으로 설정하면 사용자는 영상 획득을 시작하려고 할 때마다 카메라에 Exposure Start 트리거 신호를 공급해야 합니다. **Trigger Source** 파라미터는 Exposure Start 트리거 신호 역할을 할 소스 신호(source signal)를 지정합니다.

설정 가능한 **Trigger Source** 파라미터는 다음과 같습니다.

- **Software:** 사용자 컴퓨터에서 **Trigger Software** 명령을 실행하여 카메라에 Exposure Start 트리거 신호를 공급할 수 있습니다.
- **User Output0:** 사용자 컴퓨터에서 **User Output Value** 파라미터를 **On** 또는 **Off** 로 설정하여 Exposure Start 트리거 신호를 공급할 수 있습니다.
- **CXPin:** CXP Frame Grabber 의 CH1 을 통해서 카메라에 Exposure Start 트리거 신호를 공급할 수 있습니다. 자세한 내용은 CXP Frame Grabber 사용 설명서를 참조하십시오.
- **Line0:** 외부에서 생성된 전기 신호(흔히 하드웨어 또는 External 트리거 신호라고 함)를 카메라의 전원 입력 및 컨트롤 입/출력 단자에 주입하여 카메라에 Exposure Start 트리거 신호를 공급할 수 있습니다. 자세한 내용은 [8.4 Input Circuit](#) 를 참조하십시오.
- **Timer0Active:** 사용자 설정 Timer 신호를 Exposure Start 트리거 신호로 공급할 수 있습니다. **Counter And Timer Control** 범주에서 **Timer Trigger Source** 파라미터를 **Line0** 으로 설정한 다음 **Timer Delay** 파라미터를 설정하면 Line0 신호에 지연 시간을 설정할 수 있습니다. 자세한 내용은 [10.12 Timer Control](#) 을 참조하십시오.

Trigger Source 파라미터를 설정한 후 **Trigger Activation** 파라미터도 설정해야 합니다.

설정 가능한 **Trigger 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 설정하고 Trigger Source 파라미터를 Software 로 설정한 경우 각 영상 획득에 대한 노출 시간은 Exposure Time 파라미터의 설정 값에 의해 결정됩니다.

Trigger Mode 파라미터를 On 으로 설정하고 Trigger Source 파라미터를 CXPIn 또는 Line0 으로 설정한 경우 각 영상에 대한 노출 시간은 다음과 같이 Exposure Mode 파라미터 설정에 따라서 결정됩니다.

- **Exposure Mode = Timed:** Exposure Time 파라미터에 의해 노출 시간이 제어됩니다.
- **Exposure Mode = Trigger Width:** 외부 트리거 신호를 조작하여 노출 시간을 제어할 수 있습니다.

Trigger Mode 파라미터를 On 으로 설정하고 Trigger Source 파라미터를 User Output0 으로 설정한 경우 각 영상에 대한 노출 시간은 다음과 같이 Exposure Mode 파라미터 설정에 따라서 결정됩니다.

- **Exposure Mode = Timed:** Exposure Time 파라미터에 의해 노출 시간이 제어됩니다.
- **Exposure Mode = Trigger Width:** User Output Value 파라미터를 On 및 Off 로 전환하여 노출 시간을 제어할 수 있습니다.

9.3.2 Software 트리거 신호 사용하기

Trigger Mode 파라미터를 **On** 으로 설정하고 **Trigger Source** 파라미터를 **Software** 로 설정한 경우 카메라에 소프트웨어 트리거 신호(exposure start)를 공급해야 영상 획득을 시작할 수 있습니다. 카메라가 *Exposure Start 트리거 획득 대기 상태*에 있는 경우 카메라에서 소프트웨어 트리거 신호를 수신하면 노출을 시작하게 됩니다. 아래 그림에서는 소프트웨어 트리거 신호에 의한 영상 획득을 나타냅니다. 카메라에서 소프트웨어 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 돌아옵니다.

각 영상의 노출 시간은 **Exposure Time** 파라미터에 의해 결정됩니다.

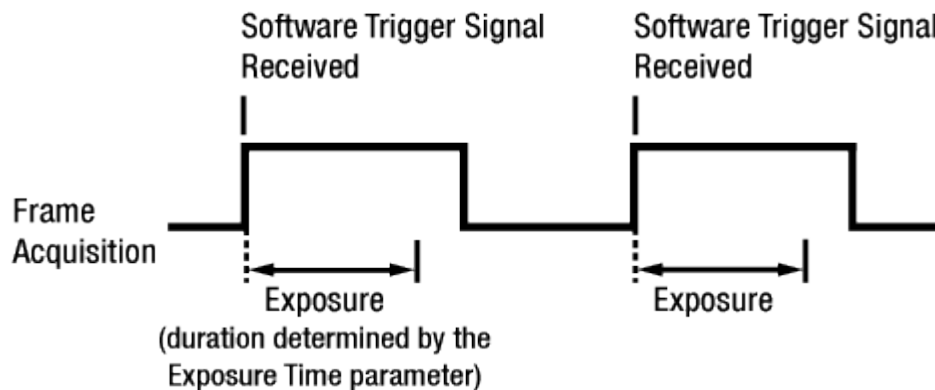


Figure 8-2 Software 트리거 신호로 영상 획득하기

소프트웨어 트리거 신호를 사용하여 영상을 획득하면 사용자가 카메라에 소프트웨어 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(허용 가능한 최대 frame rate 는 이 장 끝에서 설명). 카메라가 *Exposure Start 트리거 획득 대기 상태*가 아닐 때 수신하는 소프트웨어 트리거 신호는 무시됩니다.

9.3.3 CoaXPress 트리거 신호 사용하기

Trigger Mode 파라미터를 **On** 으로 설정하고 **Trigger Source** 파라미터를 **CXPin** 으로 설정한 경우 카메라에 CoaXPress 트리거 신호(exposure start)를 공급해야 영상 획득을 시작할 수 있습니다. CoaXPress 트리거 신호는 카메라의 Exposure Start 트리거 신호 역할을 수행합니다. 자세한 내용은 CXP Frame Grabber 사용 설명서를 참조하십시오.

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

카메라에서 CoaXPress 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 CoaXPress 신호의 제어에 의해 작동하는 경우에는 CoaXPress 트리거 신호의 주기에 의해 다음과 같이 frame rate 가 결정됩니다.

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

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

9.3.4 External 트리거 신호 사용하기

Trigger Mode 파라미터를 **On** 으로 설정하고 **Trigger Source** 파라미터를 **Line0** 으로 설정한 경우 전원 입력 및 컨트롤 입/출력 단자에 주입되는 외부에서 생성한 전기 신호가 카메라의 Exposure Start 트리거 신호 역할을 수행합니다. 이런 유형의 트리거 신호를 일반적으로 하드웨어 트리거 신호라고도 합니다.

외부 신호의 상승 에지(rising edge) 또는 하강 에지(falling edge)를 영상 획득 트리거로 사용할 수 있습니다.

Trigger Activation 파라미터에서 상승 에지 또는 하강 에지를 트리거로 설정할지 선택합니다.

카메라가 *Exposure Start 트리거 획득 대기 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 2 fps 입니다.

9.3.4.1 External Trigger Delay

Trigger Source 파라미터를 **Timer0Active** 로 설정하면 카메라에서 하드웨어 트리거 신호를 수신한 시점과 실제 적용되는 시점 사이에 지연 시간을 설정할 수 있습니다.

1. **Counter And Timer Control** 범주에서 **Timer Trigger Source** 파라미터를 **Line0** 로 설정합니다.
2. **Timer Delay** 파라미터를 사용하여 지연 시간을 설정합니다.
3. **Acquisition Control** 범주에서 **Trigger Source** 파라미터를 **Timer0Active** 로 설정합니다.
4. **Acquisition Start** 명령을 실행하고 카메라의 전원 입력 및 컨트롤 입/출력 단자에 외부에서 생성한 전기 신호를 공급하면, **Timer Delay** 파라미터에 설정한 지연 시간이 만료된 후 영상 획득을 위한 노출을 시작합니다.

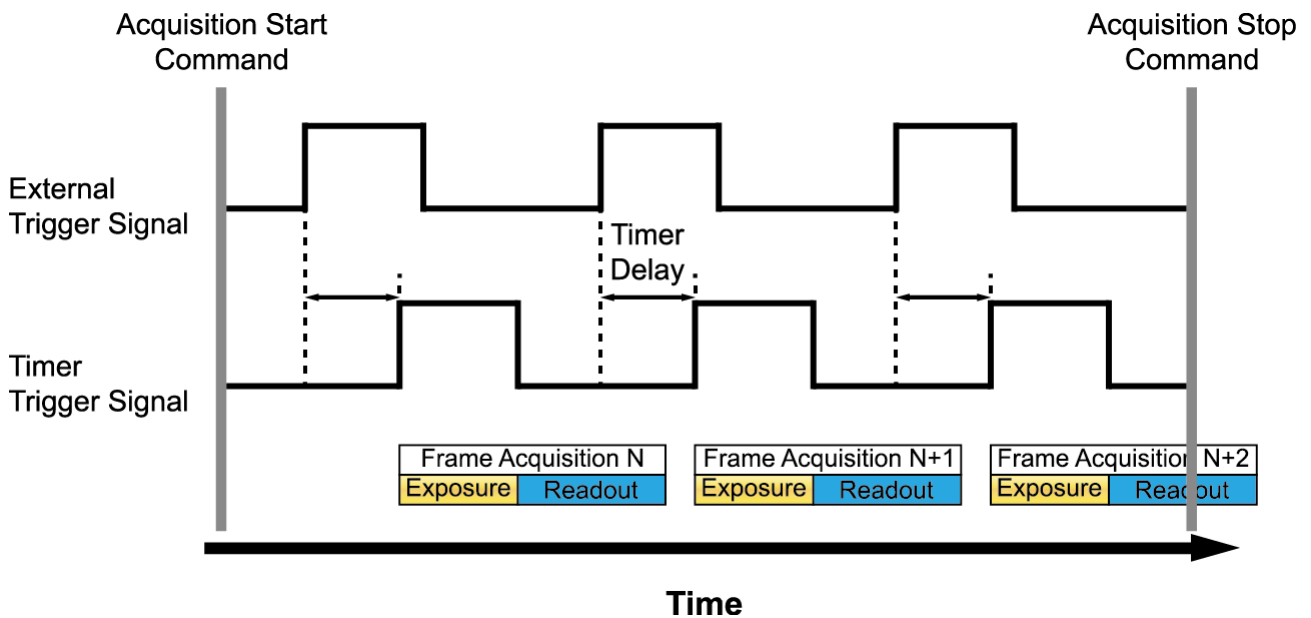


Figure 8-3 External Trigger Delay

9.3.5 Exposure Mode

외부에서 생성된 트리거 신호(CoaXPress 또는 External)를 영상 획득 트리거로 사용하는 경우에는 **Timed** 및 **Trigger Width** 두 가지 유형의 노출 모드를 사용할 수 있습니다.

Timed 노출 모드

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

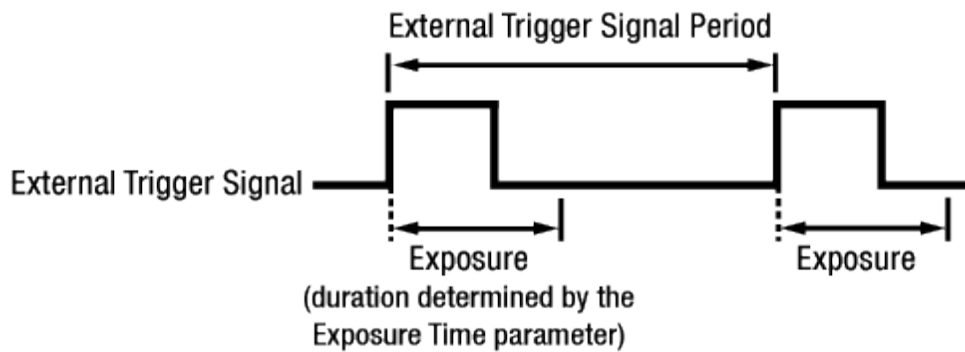


Figure 8-4 Timed Exposure Mode

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

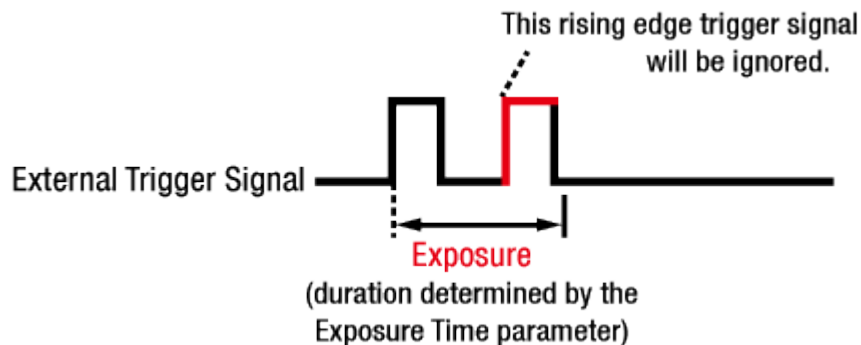


Figure 8-5 Trigger Overlapped with Timed Exposure Mode

Trigger Width 노출 모드

Trigger Width 노출 모드를 선택하면 각 영상 획득의 노출 구간을 외부 트리거 신호(CoaXPress 또는 External)로 직접 제어할 수 있습니다. 상승 에지(rising edge) 트리거로 설정하면 외부 트리거 신호가 상승할 때 노출을 시작하고, 노출 구간은 신호가 하강할 때까지 계속됩니다. 하강 에지(falling edge) 트리거로 설정하면 외부 트리거 신호가 하강할 때 노출을 시작하고, 노출 구간은 신호가 상승할 때까지 계속됩니다.

아래 그림은 상승 에지(rising edge) 트리거로 설정한 **Trigger Width** 노출 모드를 나타냅니다.

Trigger Width 노출은 영상마다 다른 노출 구간을 적용할 때 유용합니다.

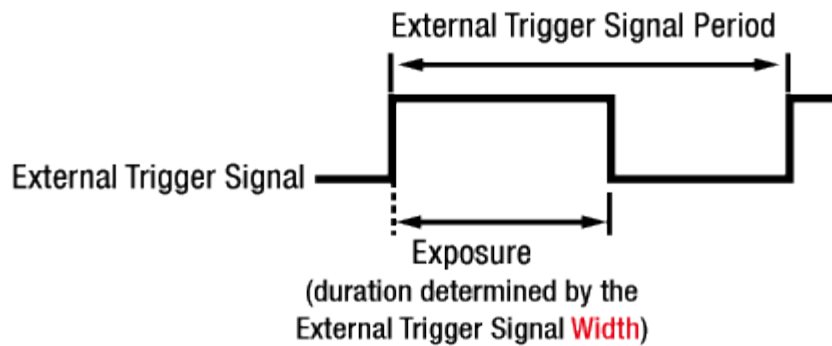


Figure 8-6 Trigger Width Exposure Mode

9.4 노출 시간 설정

이 절에서는 **Exposure Time** 파라미터를 설정하여 노출 시간을 어떻게 조절하는지 설명합니다.

카메라를 다음과 같은 방식으로 작동할 때에는 **Exposure Time** 파라미터를 설정하여 노출 시간을 지정해야 합니다.

- **Trigger Mode** 를 **Off** 로 설정
- **Trigger Mode** 는 **On**, **Trigger Source** 는 **Software** 로 설정
- **Trigger Mode** 는 **On**, **Trigger Source** 는 **CXPIn** 또는 **Line0**, **Exposure Mode** 는 **Timed** 로 설정

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

Camera Model	Number of Channels	최소 노출 시간	최대 노출 시간 [†]
VC-25MX-M42I	1 Channel	1 μs	60,000,000 μs
	2 Channels	1 μs	60,000,000 μs

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

Table 8.1 최소 및 최대 노출 시간 설정 값

9.5 Exposure와 Readout Overlap

카메라의 영상 획득 과정에는 두 가지 다른 과정이 포함됩니다. 첫 번째 과정은 이미지 센서의 픽셀을 노출하는 과정입니다. 노출 과정을 완료하면 센서에서 픽셀 값을 readout 하는 두 번째 과정을 진행합니다. 이러한 영상 획득 과정과 관련하여 VC-25MX-M42I 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** 파라미터를 **On**, **Trigger Source** 파라미터를 **Line0** 으로, **Exposure Mode** 파라미터는 **Trigger Width** 로 설정한 경우를 나타냅니다.

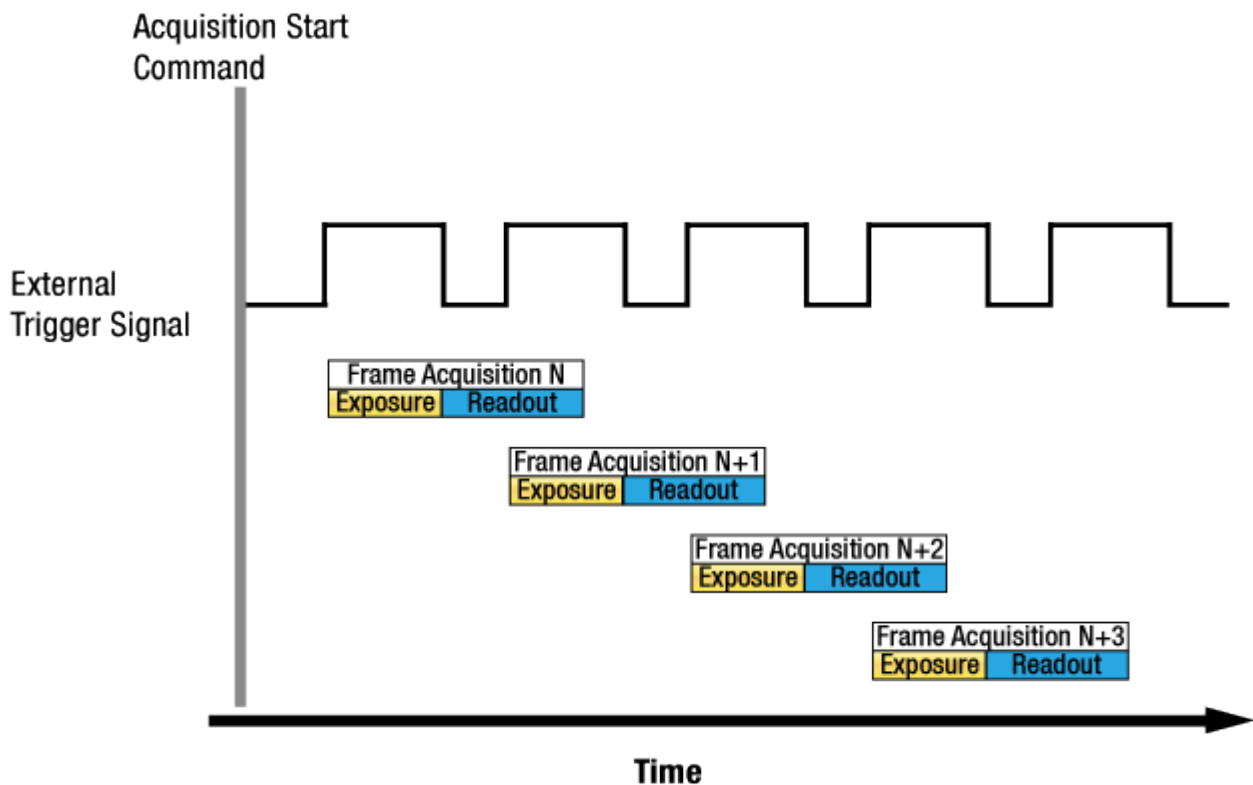


Figure 8-7 Overlapped Exposure and Readout

카메라의 노출과 readout 과정의 overlap 여부는 명령 또는 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: $\text{Frame Period} \leq \text{Exposure Time} + \text{Readout Time}$

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.

9.6 Global Shutter

VC-25MX-M42I 카메라는 전자 글로벌 셔터가 장착된 센서를 사용합니다. 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 신호를 제공합니다.

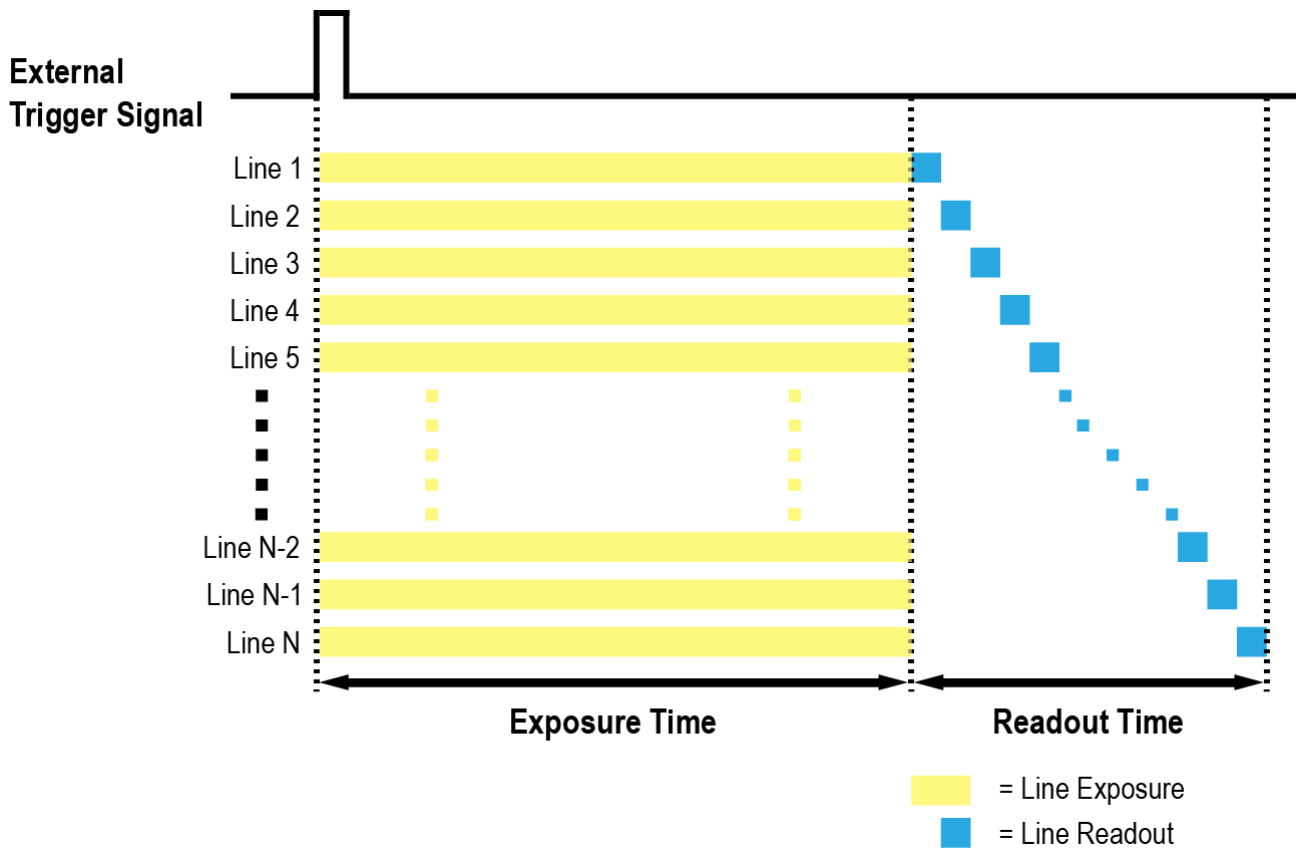


Figure 8-8 Global Shutter

9.7 허용 가능한 최대 Frame Rate

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

- 카메라에서 획득한 영상을 사용자 컴퓨터로 전송하는 시간. 전송 시간은 카메라에 할당된 대역폭에 의해 결정됩니다.
- 영상 센서에서 데이터를 readout 한 다음 카메라의 프레임 버퍼로 전송하는 시간. 이 시간은 영상의 ROI 설정 값에 의해 결정됩니다. 영상의 크기가 작으면 센서에서 readout 하는 시간이 더 적게 걸립니다. 영상의 높이와 폭 설정은 **Image Format Control** 범주에서 **Height** 및 **Width** 설정 값에 의해 결정됩니다.
- CXP Link Configuration. 더 많은 채널을 사용하는 CXP Link Configuration 으로 설정하면 더 적은 채널을 사용하는 CXP Link Configuration 으로 설정했을 때보다 더 빠른 속도로 영상을 획득할 수 있습니다.
- 영상에 대한 노출 시간. 매우 긴 노출 시간을 사용하면 초당 획득할 수 있는 영상 수가 줄어듭니다.

9.7.1 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).
 - 영상의 크기를 줄이면 허용 가능한 최대 frame rate 를 증가할 수 있습니다. 가능한 경우 Image ROI 의 Height 및 Width 설정 값을 줄입니다.
- 적은 채널을 사용하는 CXP Link Configuration 을 사용하는 경우 더 많은 채널을 사용하는 CXP Link Configuration 으로 변경합니다. 이 경우 일반적으로 최대 frame rate 는 증가합니다.
- 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 수도 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.

10 Camera Features

10.1 Image Region of Interest

Image 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, **Width** 및 **Height** 파라미터를 작게 설정하면 허용 가능한 최대 frame rate 가 증가합니다. ROI는 아래 그림과 같이 센서 열(array)의 왼쪽 상단 끝을 원점으로 참조하여 설정됩니다.

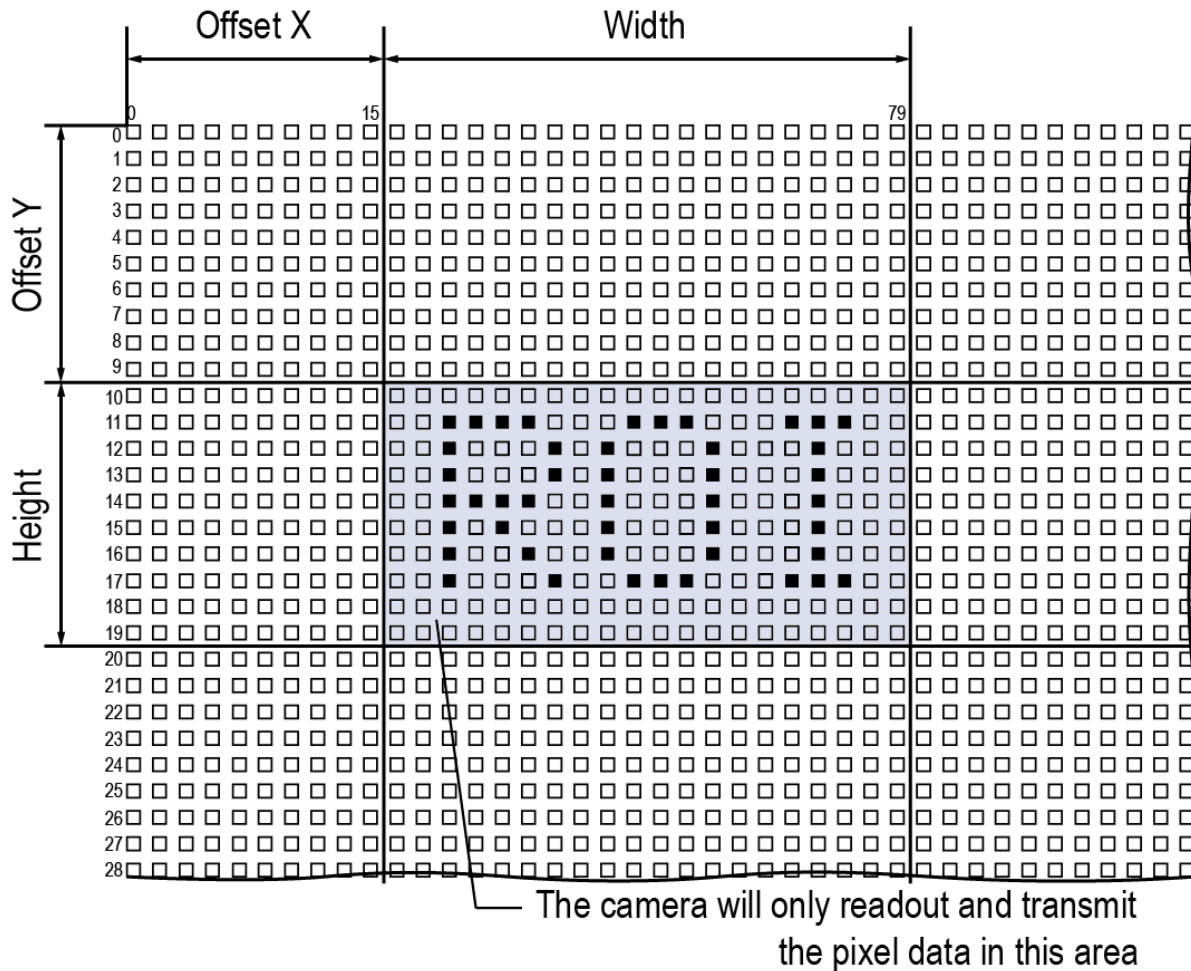


Figure 9-1 Region of Interest

ROI 설정과 관련된 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters		Value	Description
ImageFormatControl	SensorWidth ^a	-	센서의 유효 폭
	SensorHeight ^a	-	센서의 유효 높이
	WidthMax	-	현재 설정에서 출력 가능한 최대 폭
	HeightMax	-	현재 설정에서 출력 가능한 최대 높이
	Width ^b	-	Image ROI 의 폭 설정
	Height ^b	-	Image ROI 의 높이 설정
	OffsetX ^c	-	Image ROI 와 원점과의 수평 Offset 설정
	OffsetY ^c	-	Image ROI 와 원점과의 수직 Offset 설정

이 표의 모든 파라미터는 pixel 단위

a: 사용자가 변경할 수 없는 값

b: ROI 의 크기를 설정하는 사용자 메뉴

c: ROI 의 원점 위치를 설정하는 사용자 메뉴

Table 9.1 XML Parameters related to ROI

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

- VC-25MX-M42I 카메라의 경우 **Width** 파라미터는 16 의 배수로 설정해야 하고, **Height** 파라미터는 2 의 배수로 설정해야 합니다.

VC-25MX-M42I 카메라에서 설정 가능한 최소 ROI Width 및 Height 는 다음과 같습니다.

Camera Model	Minimum Width Settings	Minimum Height Settings
VC-25MX-M42I	64	2

Table 9.2 Minimum ROI Width and Height Settings

VC-25MX-M42I 카메라에서 Horizontal 및 Vertical ROI 의 변화에 따른 최대 프레임 속도는 아래 표와 같습니다. 아래의 최대 프레임 속도는 8bit 를 기준으로 한 값이고, Pixel Format 을 10bit 로 설정하면 최대 프레임 속도는 약 20% 감소합니다.

ROI Size (H × V)	1 Channel	2 Channels
5120 × 1000	115.4 fps	208.5 fps
5120 × 2000	58.6 fps	105.8 fps
5120 × 3000	39.2 fps	70.0 fps
5120 × 4000	29.5 fps	53.3 fps
64 × 5120	41.7 fps	41.7 fps
2560 × 5120	41.7 fps	41.7 fps
3008 × 5120	39.2 fps	41.7 fps
4608 × 5120	25.8 fps	41.7 fps
5120 × 5120	23.1 fps	41.7 fps

Table 9.3 VC-25MX-M42I 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 Frame Grabber 사용 설명서를 참조하십시오.

10.2 Multi-ROI

VC-25MX-M42I 카메라에서 제공하는 Multi-ROI 기능을 통해 전체 센서 영역에서 최대 16 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.

Multi-ROI 설정과 관련된 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters		Value	Description
MultiROIControl	MultiROISelector	-	설정할 ROI 선택
	MultiROIMode	On/Off	선택한 ROI 설정/해제
	MultiROIWidth	-	선택한 ROI 의 설정 폭
	MultiROIHeight	-	선택한 ROI 의 설정 높이
	MultiROIOffsetX	-	선택한 ROI 와 원점과의 수평 Offset
	MultiROIOffsetY	-	선택한 ROI 와 원점과의 수직 Offset
	MultiROIValid ^a	-	Multi ROI 설정 값 유효성 검사
	MultiROIStatus	Active/Inactive	Multi ROI 기능 상태 표시 <ul style="list-style-type: none"> Active: Multi-ROI 기능 사용 중 Inactive: Multi-ROI 기능 사용하지 않음

이 표의 모든 파라미터는 pixel 단위

a: Multi-ROI 설정 값이 유효할 때 True 를 반환하거나 체크상자가 선택됩니다.

Table 9.4 XML parameters related to Multi-ROI

여러 ROI를 설정할 때 **Multi-ROI Width** 파라미터는 모든 ROI에 동일하게 적용되므로 가장 먼저 설정하는 것이 좋습니다. 그런 다음, 각각의 ROI를 원하는 대로 설정합니다. ROI 번호 0부터 15까지 최대 16개의 ROI를 설정할 수 있습니다. 먼저 **Multi-ROI Selector** 파라미터를 사용하여 설정할 ROI의 번호를 선택하고 **Multi-ROI Mode** 파라미터를 사용하여 해당 ROI의 On/Off 상태를 설정합니다. 그리고 해당 ROI의 **Multi-ROI Offset X**, **Multi-ROI Offset Y** 및 **Multi-ROI Height** 파라미터를 설정합니다.

다음 그림에서는 세 개의 ROI를 설정한 예를 보여줍니다.

이 경우 카메라는 다음과 같은 크기의 영상을 출력합니다.

- $\text{MultiROI Width} \times \text{ROI Height}$ 합 (Region0 Height + Region1 Height + Region2 Height)

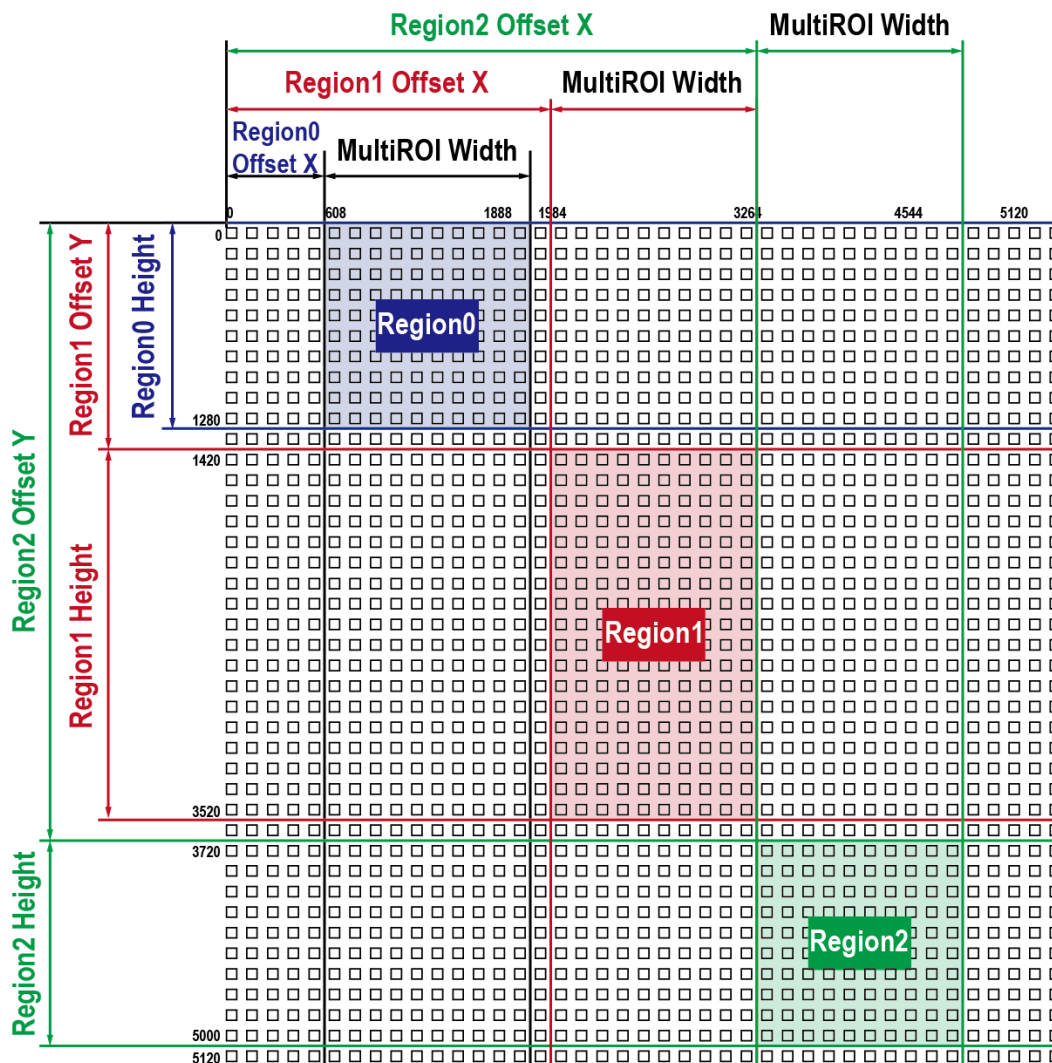


Figure 9-2 Multi-ROI

VC-25MX-M42I 카메라에서 Multi-ROI 를 설정할 때 다음 사항에 유의해야 합니다.

- Multi-ROI Offset X 와 Multi-ROI Width 값의 합은 카메라 센서의 Width 값을 초과할 수 없습니다.
- Multi-ROI Offset Y 와 Multi-ROI Height 값의 합은 카메라 센서의 Height 값을 초과할 수 없습니다.
- Multi-ROI Offset X 와 Multi-ROI Width 값은 16 의 배수로 설정할 수 있습니다.
- Multi-ROI Offset Y 와 Multi-ROI Height 값은 2 의 배수로 설정할 수 있습니다.
- Multi-ROI 설정 값을 User Set 로 저장한 다음 원할 때 다시 불러와서 사용할 수 있습니다. 자세한 내용은 [10.21 User Set Control](#) 을 참조하십시오.

10.3 CXP Link Configuration

VC-25MX-M42I 카메라는 CoaXPress 인터페이스를 사용하여 카메라와 사용자 컴퓨터에 설치된 CXP Frame Grabber 를 연결해야 합니다. CoaXPress 인터페이스는 단순히 coax 케이블을 사용하여 카메라와 CXP Frame Grabber 를 연결하고, 케이블당 최대 6.25 Gbps 로 데이터를 전송할 수 있습니다. VC-25MX-M42I 카메라는 하나의 Master 연결에 하나의 확장 연결로 링크를 구성할 수 있습니다. CoaXPress 표준에 따라서 자동 링크 탐지(Plug and Play) 메커니즘을 지원하기 때문에 카메라에서 CXP Frame Grabber 로의 연결을 정확하게 감지할 수 있습니다.

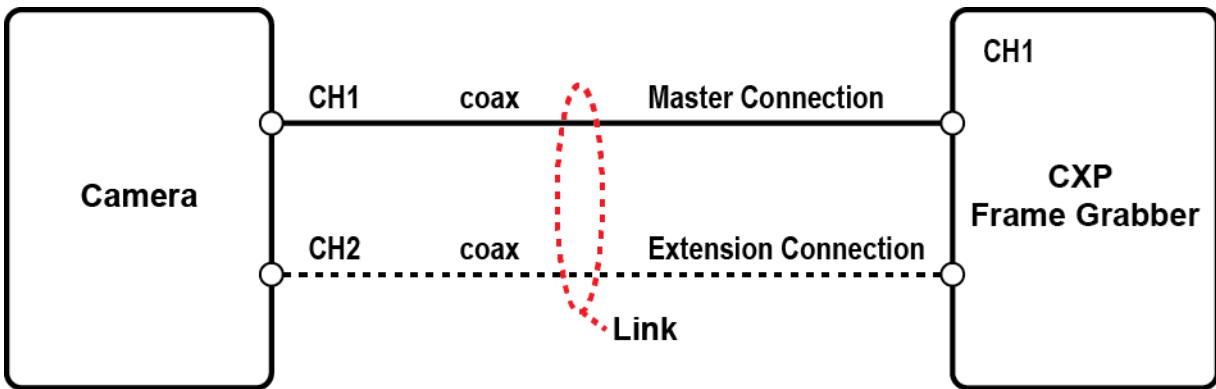


Figure 9-3 CXP Link Configuration

카메라와 CXP Frame Grabber 사이의 Link 구성 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters		Value	Description
CoaXPress	CxpLinkConfigurationPreferred	Read Only	<ul style="list-style-type: none"> 카메라 탐색 시 카메라와 Host(Frame Grabber)와의 링크 구성에 사용할 bit rate 및 연결 개수를 표시 User Set Save 실행 시 현재 Cxp Link Configuration 값을 Cxp Link Configuration Preferred 값으로 저장
	CxpLinkConfiguration	CXP6_X1 CXP6_X2	카메라와 Host 사이의 bit rate 및 연결 개수를 설정 ex) CXP6_X2: CXP6 속도(6.25 Gbps)를 사용하는 2 개의 연결 구성

Table 9.5 XML Parameters related to CXP Link Configuration

10.4 Pixel Format

카메라는 내부적으로 영상 데이터를 10 bit 단위로 처리합니다. **Pixel Format** 파라미터를 사용하여 카메라에서 전송하는 영상 데이터의 pixel format(8 bit 또는 10 bit)을 결정할 수 있습니다. 카메라에서 8 bit pixel format 을 사용하도록 설정하면 원본 데이터에서 하위 2 bit 는 버려집니다.

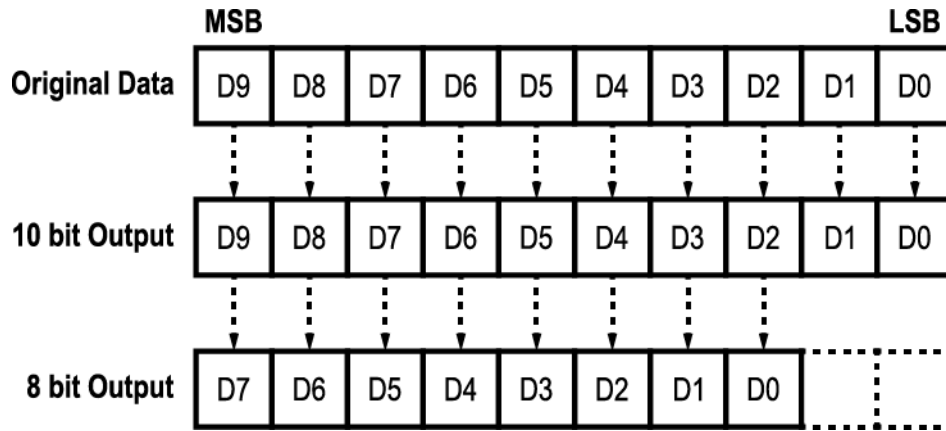


Figure 9-4 Pixel Format

Pixel Format 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameter		Description
ImageFormatControl	PixelFormat	지원 가능한 pixel format 설정

Table 9.6 XML Parameter related to Pixel Format

모노 센서가 지원하는 Pixel Format 은 다음과 같습니다.

Mono Sensor
<ul style="list-style-type: none"> • Mono 8 • Mono 10

Table 9.7 Pixel Format Values

10.5 Gain 및 Black Level

Gain 파라미터를 증가하면 영상의 모든 픽셀 값을 증가할 수 있습니다. 이로 인해 센서에서 출력하는 값보다 높은 Grey 값을 카메라에서 출력할 수 있습니다.

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

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

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

Gain 및 Black Level 설정 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters		Value	Description
AnalogControl	GainSelector	DigitalAll	모든 디지털 채널에 Gain 값 적용
	Gain	1.0x ~ 32.0x	디지털 gain 값 설정
	BlackLevelSelector	DigitalAll	모든 디지털 채널에 Black Level 값 적용
	BlackLevel	0 ~ 63	Black level 값 설정

Table 9.8 XML Parameters related to Gain and Black Level

10.6 Dynamic Defective Pixel Correction

Defective Pixel Correction 기능([10.7 Defective Pixel Correction](#) 참조)을 설정하고 영상을 획득해도 긴 노출 시간, 높은 Gain 설정 또는 높은 운용 온도로 인해 획득한 영상에서 일부 픽셀이 주변보다 상당히 밝거나 어둡게 나타날 수 있습니다. VC-25MX-M42I 카메라는 이러한 Defect Pixel 을 제거할 수 있는 Dynamic Defective Pixel Correction 기능을 제공합니다. **Dynamic Defective Pixel Correction** 파라미터를 **TRUE** 로 설정하면 주변 픽셀보다 상당히 밝거나 어두운 픽셀을 주변 3 × 3 픽셀의 Median 값으로 대체합니다.

Defective Pixel Offset Threshold 파라미터를 설정하여 Median 값으로 대체할 Defect Pixel 값의 범위를 조절할 수 있습니다.

Dynamic Defective Pixel Correction 기능 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters		Value	Description
ImageFormatControl	DynamicDefectivePixel	FALSE	Dynamic DPC 기능 해제
	Correction	TRUE	Dynamic DPC 기능 설정
	DefectivePixel OffsetThreshold	0 ~ 512 (at 10 bit)	Median 필터의 Threshold Offset 값을 설정합니다. 이 값을 조정하여 Defective Pixel 의 범위를 설정할 수 있습니다.

Table 9.9 XML Parameters related to Dynamic Defective Pixel Correction

Defect Pixel 값의 범위는 주변 3 × 3 픽셀 평균 $\pm 20\%$ 값과 \pm Offset Threshold 값으로 조절할 수 있습니다.

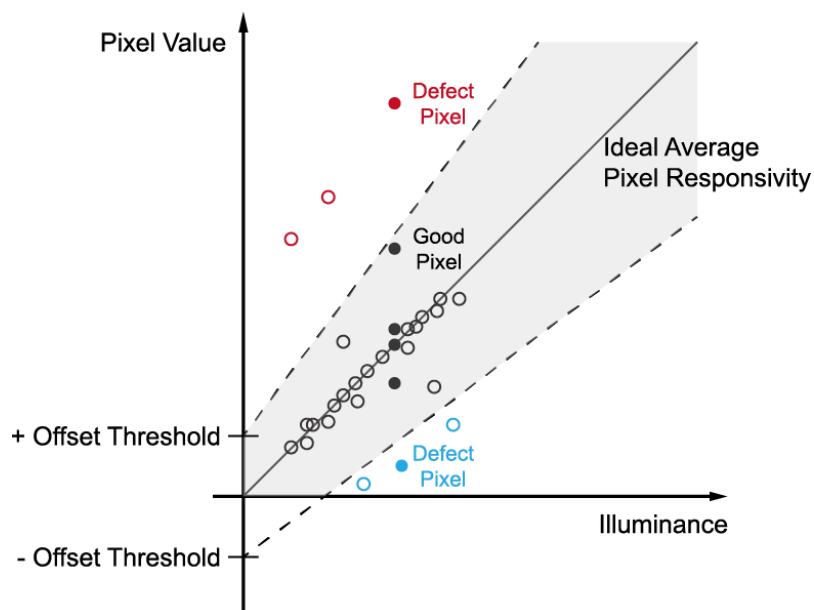


Figure 9-5 Dynamic Defective Pixel Correction

10.7 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.

10.7.1 보정 방법

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

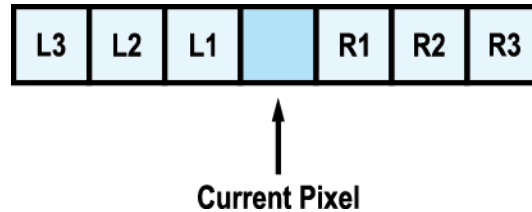


Figure 9-6 보정할 Defect Pixel의 위치

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	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 9.10 Defect Pixel 보정 값 계산

10.8 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-25MX-M42I 카메라는 이러한 DSNU 를 보정할 수 있는 기능을 제공합니다.

DSNU 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters		Value	Description
DSNU	DSNUDataSelector	Default	DSNU 데이터를 불러올 비휘발성 메모리 영역을 Default 로 설정합니다.
		Space1 - 3	DSNU 데이터를 저장하거나 불러올 비휘발성 메모리 영역을 사용자 설정 영역으로 설정합니다.
	DSNUDataGenerate	-	현재 카메라 설정 값에 대해 DSNU 데이터 생성
	DSNUDataSave	-	생성한 DSNU 데이터를 비휘발성 메모리에 저장합니다. <ul style="list-style-type: none"> • DSNUDataGenerate 로 생성한 데이터는 휘발성 메모리에 저장되기 때문에 카메라의 전원을 껐다 켜 후 해당 데이터를 사용하려면 비휘발성 메모리에 저장해야 합니다.
	DSNUDataLoad	-	비휘발성 메모리에 저장되어 있는 DSNU 데이터를 휘발성 메모리로 불러옵니다.

Table 9.11 XML Parameters related to DSNU

10.8.1 사용자 DSNU 보정 값 생성 및 저장

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



- 최적화된 DSNU 데이터를 생성하려면, 카메라의 전원을 켜 후 카메라의 하우징 온도가 안정화된 이후에 DSNU 데이터를 생성하십시오.
- DSNU 데이터를 생성하기 전에 FFC 기능은 Off 로 설정하십시오.

1. 최적화된 DSNU 보정 값을 얻으려면, 실제 사용 환경과 동일하게 ROI 를 설정하십시오.
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. **DSNU Data Generate** 명령을 실행하여 현재 카메라 설정 값에 따른 DSNU 데이터를 생성합니다.
5. 생성한 DSNU 보정 값은 활성화되고, 카메라의 휘발성 메모리에 저장됩니다.
6. 생성한 DSNU 보정 값을 카메라의 Flash(비휘발성) 메모리에 저장하려면 **DSNU Data Selector** 파라미터를 사용하여 저장할 영역을 지정한 다음 **DSNU Data Save** 명령을 실행합니다. 이 경우 해당 메모리에 저장된 DSNU 값을 덮어쓰게 됩니다.
생성한 DSNU 보정 값을 무시하고 Flash 메모리에 있는 기존 값을 불러오려면 **DSNU Data Selector** 파라미터를 사용하여 불러올 DSNU 데이터가 저장된 영역을 지정한 다음 **DSNU Data Load** 명령을 실행합니다.

10.9 Photo Response Non-uniformity Correction

이론적으로 밝은 환경에서 카메라로 균일하게 밝은 대상을 영상으로 획득하면 영상의 모든 픽셀 값은 거의 최대 grey 값이거나 모두 같아야 합니다. 하지만 센서 내 각 픽셀의 작은 성능 차이, 렌즈 및 조명의 변화 등으로 인해 카메라에서 출력되는 각 픽셀 값은 다를 수 있습니다. 이러한 차이를 PRNU(Photo Response Non-uniformity)라고 하고, VC-25MX-M42I 카메라는 이러한 PRNU를 보정할 수 있는 기능을 제공합니다.

PRNU 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters		Value	Description
PRNU	PRNUNUDataSelector	Default	PRNU 데이터를 불러올 비휘발성 메모리 영역을 Default로 설정합니다.
		Space1 - 3	PRNU 데이터를 저장하거나 불러올 비휘발성 메모리 영역을 사용자 설정 영역으로 설정합니다.
	PRNUDataGenerate	-	현재 카메라 설정 값에 대해 PRNU 데이터 생성
	PRNUDataSave	-	생성한 PRNU 데이터를 비휘발성 메모리에 저장합니다. <ul style="list-style-type: none"> PRNUDataGenerate로 생성한 데이터는 휘발성 메모리에 저장되기 때문에 카메라의 전원을 껐다 켜 후 해당 데이터를 사용하려면 비휘발성 메모리에 저장해야 합니다.
	PRNUDataLoad	-	비휘발성 메모리에 저장되어 있는 PRNU 데이터를 휘발성 메모리로 불러옵니다.

Table 9.12 XML Parameters related to PRNU

10.9.1 사용자 PRNU 보정 값 생성 및 저장

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



- 최적화된 PRNU 데이터를 생성하려면
 - DSNU 보정 값을 먼저 생성한 다음 PRNU 보정 값을 생성하십시오.
 - PRNU 데이터를 생성하기 전에 FFC 기능은 Off로 설정하십시오.
 - 균일한 광원에서 회색 참조 영상(grey reference image)을 획득해야 합니다. 균일한 조명을 전달할 수 있는 고품질의 광원을 사용하십시오. 일반적인 광원은 부적절할 수 있습니다.
- Default 영역에 저장된 PRNU 보정 값은 일반적인 상황에 최적화된 값이고, 대부분의 경우에 최적의 카메라 성능을 보여줍니다. 이 값을 사용하는 것을 권장합니다.

1. 사용자 환경에 맞는 PRNU 보정 값을 생성하려면, 실제 사용 환경과 동일하게 ROI를 설정하십시오. 균일한 광원 환경을 구축하기 어려운 경우 Default PRNU 보정 값을 사용하는 것이 좋습니다.
2. 렌즈를 장착하지 않은 상태에서 균일한 광원(예: backlight)을 관측 시야 내에 놓습니다. 실제 사용 환경에 맞게 카메라를 설정합니다. 이때, 영상의 디지털 출력 레벨이 150 – 200(Gain: 1.00 at 8 bit) 사이의 값이 되도록 하는 것이 좋습니다.
3. 카메라를 Free-Run 모드로 설정하여 영상 획득을 시작합니다.
4. **PRNU Data Generate** 명령을 실행하여 현재 카메라 설정 값에 따른 PRNU 데이터를 생성합니다.
5. 생성한 PRNU 보정 값은 활성화되고, 카메라의 휘발성 메모리에 저장됩니다.
6. 생성한 PRNU 보정 값을 카메라의 Flash(비휘발성) 메모리에 저장하려면 **PRNU Data Selector** 파라미터를 사용하여 저장할 영역을 지정한 다음 **PRNU Data Save** 명령을 실행합니다. 이 경우 해당 메모리에 저장된 PRNU 값을 덮어쓰게 됩니다.
생성한 PRNU 보정 값을 무시하고 Flash 메모리에 있는 기존 값을 불러오려면 **PRNU Data Selector** 파라미터를 사용하여 불러올 PRNU 데이터가 저장된 영역을 지정한 다음 **PRNU Data Load** 명령을 실행합니다.

10.10 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 보정 데이터를 생성한 후 카메라의 비휘발성 메모리에 저장합니다.

1. **Flat Field Data Generate** 파라미터를 실행합니다.
Flat Field Data Generate 파라미터를 실행한 후 한 장의 영상을 획득하면 축소된 Flat Field 보정 데이터를 생성합니다.
2. **Flat Field Data Selector** 파라미터를 사용하여 생성한 Flat Field 보정 데이터를 저장할 위치를 선택합니다.
3. **Flat Field Data Save** 파라미터를 실행하여 생성한 Flat Field 데이터를 비휘발성 메모리에 저장합니다.
축소된 Flat Field 데이터는 보정에 사용될 때, Figure 9.8 과 같이 Bilinear Interpolation 으로 확대된 후 적용됩니다.
생성한 Flat Field 보정 데이터를 무시하고 이전 Flat Field 보정 데이터를 사용하려면, **Flat Field Data Save** 파라미터를 실행하기 전에 **Flat Field Data Load** 파라미터를 실행합니다.
4. **Flat Field Correction** 파라미터를 **On** 으로 설정하면 Flat Field 데이터를 카메라에 적용합니다.



- Flat Field 데이터를 생성하기 전에 **Defective Pixel Correction** 기능을 먼저 설정하는 것이 좋습니다.
- **Flat Field Data Generate** 파라미터를 실행하기 전에 다음과 같이 카메라를 설정해야 합니다.
 - OffsetX, Y: 0
 - Width, Height: 최대값
- 한 장의 영상을 획득할 수 있도록 **Acquisition Start** 명령을 실행한 후 카메라를 free-run 으로 작동하거나, 트리거 신호를 카메라에 공급해야 합니다.

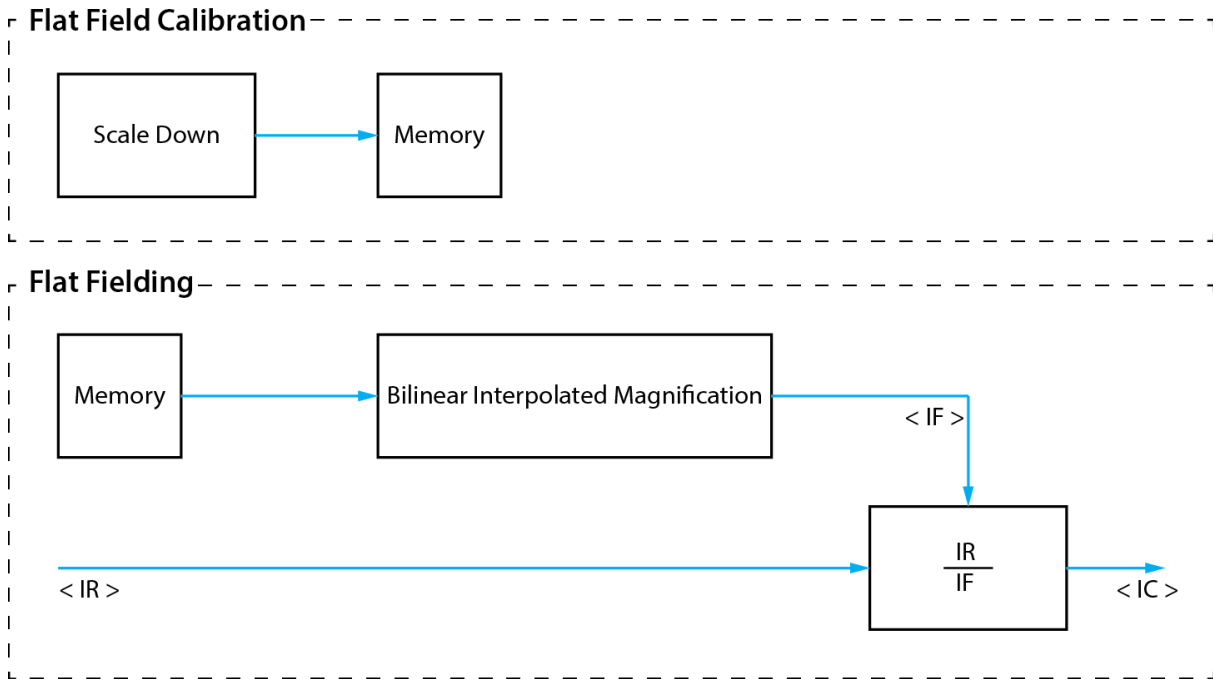


Figure 9-7 Flat Field 데이터의 생성과 적용

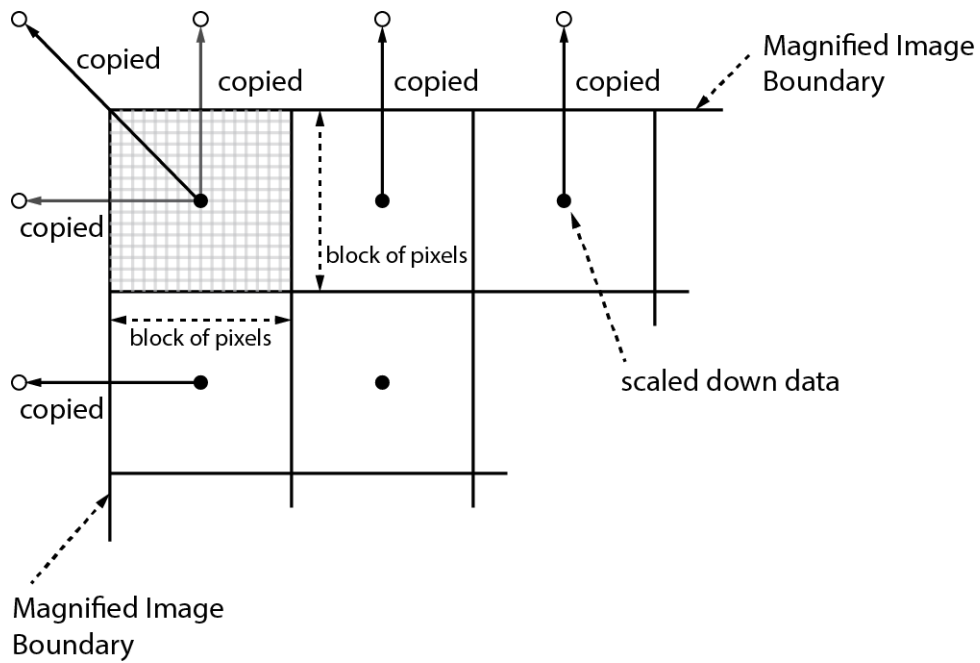


Figure 9-8 Bilinear Interpolated Magnification

Flat Field Correction 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters		Value	Description
FlatFieldControl	FlatFieldCorrection	Off	Flat Field Correction 기능 해제
		On	Flat Field Correction 기능 설정
	FlatFieldDataSelector	Space0 ~ Space3	Flat Field 데이터를 저장 또는 불러올 영역을 설정합니다. • Space0~Space3: 사용자 설정 영역
	FlatFieldDataGenerate	-	Flat Field 데이터 생성
	FlatFieldDataSave	-	생성한 Flat Field 보정 데이터를 비휘발성 메모리에 저장합니다. • FlatFieldDataGenerate 로 생성한 데이터는 휘발성 메모리에 저장되기 때문에 카메라의 전원을 껐다 켜 후 해당 데이터를 다시 사용하려면 비휘발성 메모리에 저장해야 합니다.
	FlatFieldDataLoad	-	비휘발성 메모리에 저장되어 있는 Flat Field 데이터를 휘발성 메모리로 불러옵니다.

Table 9.13 XML Parameters related to Flat Field Correction

10.10.1 Flat Field Data Selector

앞에서 설명한 바와 같이 생성한 Flat Field 보정 데이터는 카메라의 휘발성 메모리에 저장되어 있고, 이 데이터는 카메라의 전원을 껐다 켜면 손실됩니다. 카메라의 전원을 껐다 켜 후에도 생성한 Flat Field 보정 데이터를 사용하려면 카메라의 비휘발성 메모리에 저장해야 합니다. VC-25MX-M42I 카메라는 Flat Field 보정 데이터를 저장하거나 불러올 수 있는 네 개의 비휘발성 메모리 영역을 제공합니다. **Flat Field Data Selector** 파라미터를 사용하여 원하는 영역을 선택할 수 있습니다.

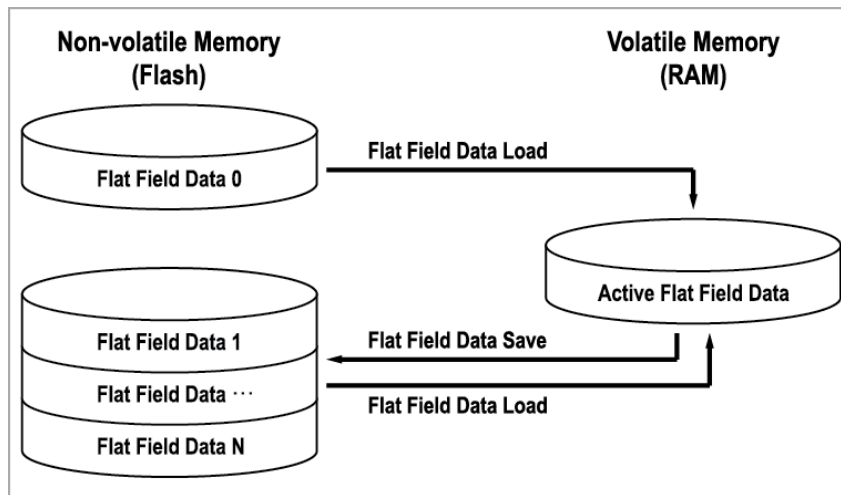


Figure 9-9 Flat Field Data Selector

Flat Field 데이터 저장하기

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

1. **Flat Field Data Selector** 파라미터를 사용하여 현재 활성화된 Flat Field 데이터를 저장할 영역을 지정합니다.
2. **Flat Field Data Save** 파라미터를 실행하여 활성화된 Flat Field 보정 데이터를 지정한 영역에 저장합니다.

Flat Field 보정 데이터 불러오기

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

1. **Flat Field Data Selector** 파라미터를 사용하여 카메라의 활성 Flat Field 보정 데이터 영역으로 불러올 Flat Field 보정 데이터가 저장된 영역을 지정합니다.
2. **Flat Field Data Load** 파라미터를 실행하여 선택한 Flat Field 보정 데이터를 활성 Flat Field 보정 데이터 영역으로 불러옵니다.

10.11 Digital I/O Control

카메라의 전원 입력 및 컨트롤 입/출력 단자는 다양한 모드로 사용할 수 있습니다.

Digital I/O Control 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters		Value	Description
DigitalIOControl	LineSelector	Line1	카메라의 전원 입력 및 컨트롤 입/출력 단자 4 번 핀을 출력으로 선택합니다.
	LineInverter	FALSE	Line 출력 신호 반전되지 않음
		TRUE	Line 출력 신호 반전
	LineSource	Off	Line 출력 해제
		ExposureActive	현재 노출 시간을 펄스로 출력
		FrameActive	한 프레임의 readout 구간을 펄스로 출력
		UserOutput0	UserOutputValue 설정 값에 따른 펄스 출력
	UserOutputValue	FALSE	Bit 를 Low 로 설정
		TRUE	Bit 를 High 로 설정
	DebounceTime	0 ~ 1,000,000	마이크로세컨트 단위로 Debounce 시간 설정 (Default: 0.5 μ s)

Table 9.14 XML Parameters related to Digital I/O Control

Line Source 를 User Output0 으로 설정하면 사용자 설정 값을 출력 신호로 사용할 수 있습니다.

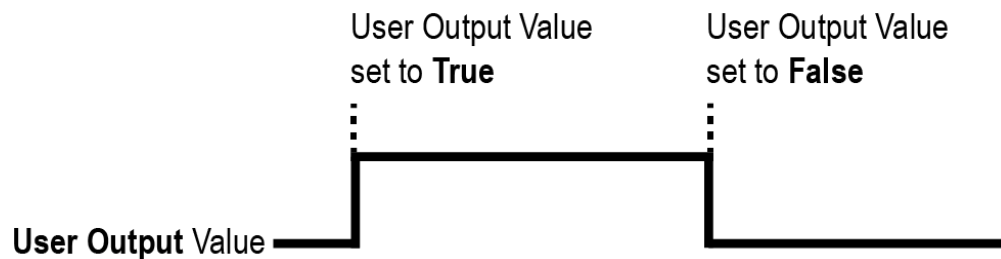


Figure 9-10 User Output

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

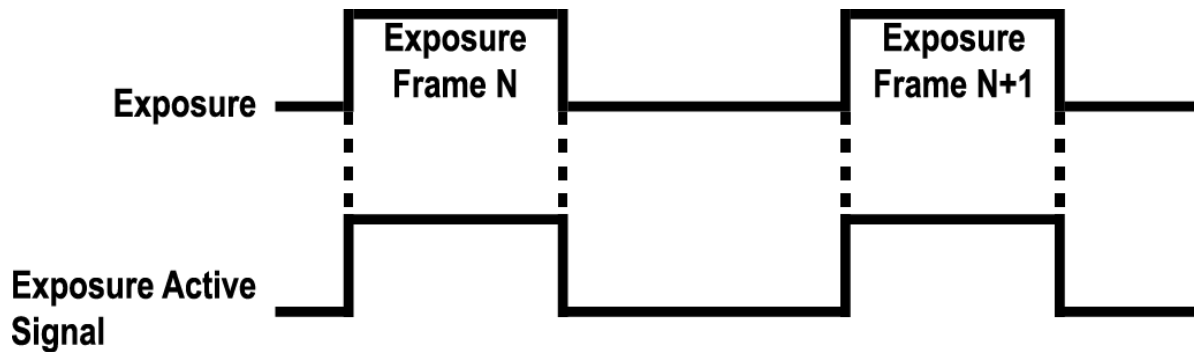


Figure 9-11 Exposure Active Signal

10.11.1 Debounce

VC-25MX-M42I 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 그림과 같이 설정 값보다 작은 High 및 Low 신호는 무효한 신호로 판단하여 무시됩니다.

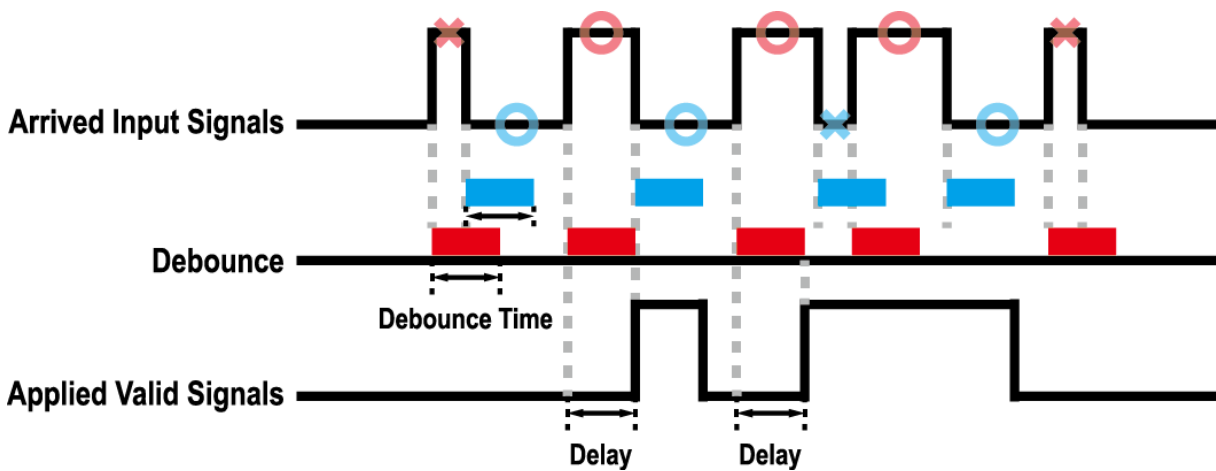


Figure 9-12 Debounce

Debounce Time 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters		Value	Description
DigitalIOControl	Debounce Time	0 – 1,000,000 μ s	마이크로세컨드 단위로 Debounce 시간 설정(Default: 0.5 μ s)

Table 9.15 XML Parameter related to Debounce Time

10.12 Timer Control

Line Source 를 **Timer0Active** 로 설정하면 카메라는 Timer 를 사용하여 출력 신호를 내보낼 수 있습니다. VC-25MX-M42I 카메라는 Frame Active, Exposure Active 이벤트 또는 외부 트리거 신호를 Timer 의 소스 신호로 사용할 수 있습니다.

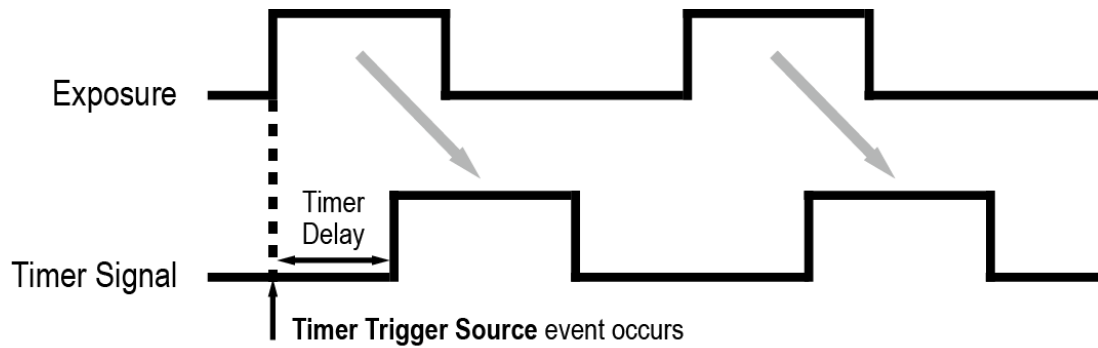
Timer 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters		Value	Description	
CounterAnd TimerControl	TimerDuration	0 ~ 60,000,000 μ s	Timer Trigger Activation 을 Rising/Falling Edge 로 설정한 경우 Timer 출력 신호의 주기를 지정	
	TimerDelay	0 ~ 60,000,000 μ s	Timer 출력 신호를 출력하기 전에 적용할 지연 시간 지정	
	TimerReset	-	Timer 를 초기화하고 다시 시작	
	TimerTriggerSource	Off		Timer 출력 신호 해제
		ExposureActive		현재 노출 시간을 Timer 출력 신호의 소스 신호로 사용
		FrameActive		한 프레임의 readout 구간을 Timer 출력 신호의 소스 신호로 사용
	Line0		외부 트리거 신호를 Timer 출력 신호의 소스 신호로 사용	
	TimerTriggerActivation	RisingEdge		선택한 트리거 신호의 상승 에지를 Timer 출력 신호 트리거로 작동하도록 지정
		FallingEdge		선택한 트리거 신호의 하강 에지를 Timer 출력 신호 트리거로 작동하도록 지정
		LevelHigh		선택한 트리거 신호가 High 구간일 때 Timer 출력 신호가 유효하도록 지정
LevelLow			선택한 트리거 신호가 Low 구간일 때 Timer 출력 신호가 유효하도록 지정	

Table 9.16 XML Parameters related to Timer Control

예를 들어, Timer Trigger Source 를 Exposure Active 로 설정하고, Timer Trigger Activation 을 Level High 로 설정한 경우에는 다음과 같이 Timer 가 작동합니다.

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



* Timer Trigger Activation is set to Level High.

Figure 9-13 Timer Signal

10.13 Temperature Monitor

카메라에는 내부 온도를 모니터하기 위한 센서 칩이 내장되어 있어서 실시간으로 온도를 확인할 수 있습니다. 카메라 내부 온도 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters		Value	Description
DeviceControl	DeviceTemperatureSelector	Sensor	온도 측정 위치를 영상 센서로 설정
		Mainboard	온도 측정 위치를 메인 보드로 설정
	DeviceTemperature	-	섭씨 단위로 온도 표시

Table 9.17 XML Parameters related to Device Temperature

10.14 Status LED

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

Status LED	Description
Steady Red	카메라 초기화 안 됨
Slow Flashing Red	CXP Link 연결 안 됨
Fast Flashing Orange	CXP Link 확인 중임
Steady Green	CXP Link 연결됨
Fast Flashing Green	영상 데이터 전송 중임

Table 9.18 Status LED

10.15 Test Pattern

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

테스트 패턴 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters		Value	Description
ImageFormatControl	TestPattern	Off	Test Pattern 기능 해제
		GreyHorizontalRamp	Grey Horizontal Ramp 로 설정
		GreyDiagonalRamp	Grey Diagonal Ramp 로 설정
		GreyDiagonalRampMoving	Grey Diagonal Ramp Moving 으로 설정
		SensorSpecific	센서에서 제공하는 Test Pattern 으로 설정

Table 9.19 XML Parameters related to Test Pattern

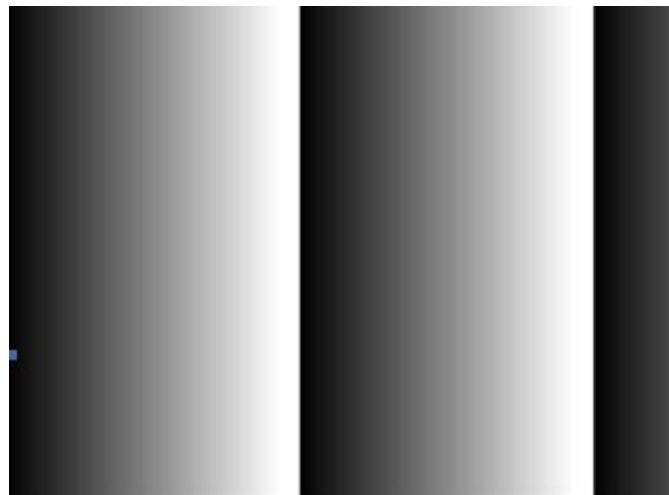


Figure 9-14 Grey Horizontal Ramp



Figure 9-15 Grey Diagonal Ramp



Figure 9-16 Grey Diagonal Ramp Moving



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

10.16 Reverse X

영상의 가운데 중심 축을 기준으로 영상의 좌우를 뒤집는 기능입니다. 이 기능은 카메라의 모든 작동 모드에서 적용 가능합니다. Reverse X 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters		Value	Description
ImageFormatControl	ReverseX	FALSE	ReverseX 기능 해제
		TRUE	영상의 좌우를 뒤집습니다.

Table 9.20 XML Parameter related to Reverse X



Figure 9-17 원본 영상

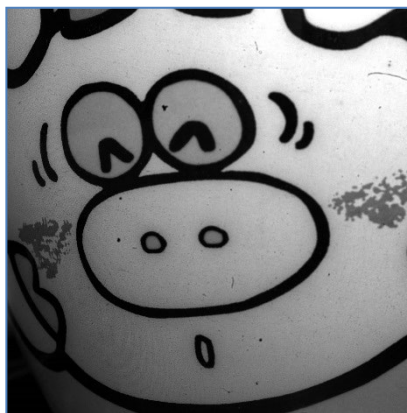


Figure 9-18 Reverse X 영상

10.17 Reverse Y

영상의 가운데 중심 축을 기준으로 영상의 상하를 뒤집는 기능입니다. 이 기능은 카메라의 모든 작동 모드에서 적용 가능합니다. Reverse Y 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters		Value	Description
ImageFormatControl	ReverseY	FALSE	Reverse Y 기능 해제
		TRUE	영상의 상하를 뒤집습니다.

Table 9.21 XML Parameter related to Reverse Y



Figure 9-19 원본 영상



Figure 9-20 Reverse Y 영상



Reverse Y 기능을 사용할 때, 카메라의 보정 데이터(Defective Pixel Map, DSNU, PRNU)를 다시 생성해야 합니다.

10.18 Device User ID

카메라에 사용자 정의 정보를 16byte 까지 입력할 수 있습니다. Device User ID 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters		Description
DeviceControl	DeviceUserID	사용자 정의 정보 입력(16byte)

Table 9.22 XML Parameter related to Device User ID

10.19 Device Reset

카메라를 물리적으로 Reset 하여 전원을 껐다 켭니다. Reset 을 수행하면 카메라와 CXP Frame Grabber 사이의 연결은 해제되므로 다시 연결해야 합니다. Device Reset 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters		Description
DeviceControl	DeviceReset	물리적 Reset 수행

Table 9.23 XML Parameter related to Device Reset

10.20 Field Upgrade

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

10.21 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 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

XML Parameters		Value	Description
UserSetControl	UserSetSelector	Default	카메라 설정을 Factory Default Settings 로 선택
		UserSet1	카메라 설정을 UserSet1 로 선택
		UserSet2	카메라 설정을 UserSet2 로 선택
	UserSetLoad	-	User Set Selector 에서 선택한 사용자 설정을 카메라에 Load
	UserSetSave	-	User Set Selector 에서 선택한 영역에 현재의 카메라 설정을 저장 <ul style="list-style-type: none"> 단, Default 영역은 Factory Default Settings 영역으로 Load 만 가능합니다.
	UserSetDefault	Default	카메라 Reset 시 Factory Default Settings 적용
		UserSet1	카메라 Reset 시 UserSet1 적용
		UserSet2	카메라 Reset 시 UserSet2 적용

Table 9.24 XML Parameters related to User Set Control

Default 영역에 저장된 카메라 설정 값은 카메라의 작업 영역으로 불러올 수는 있지만 설정 값을 변경할 수는 없습니다. 카메라의 전원을 껐다 켜거나 카메라를 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.

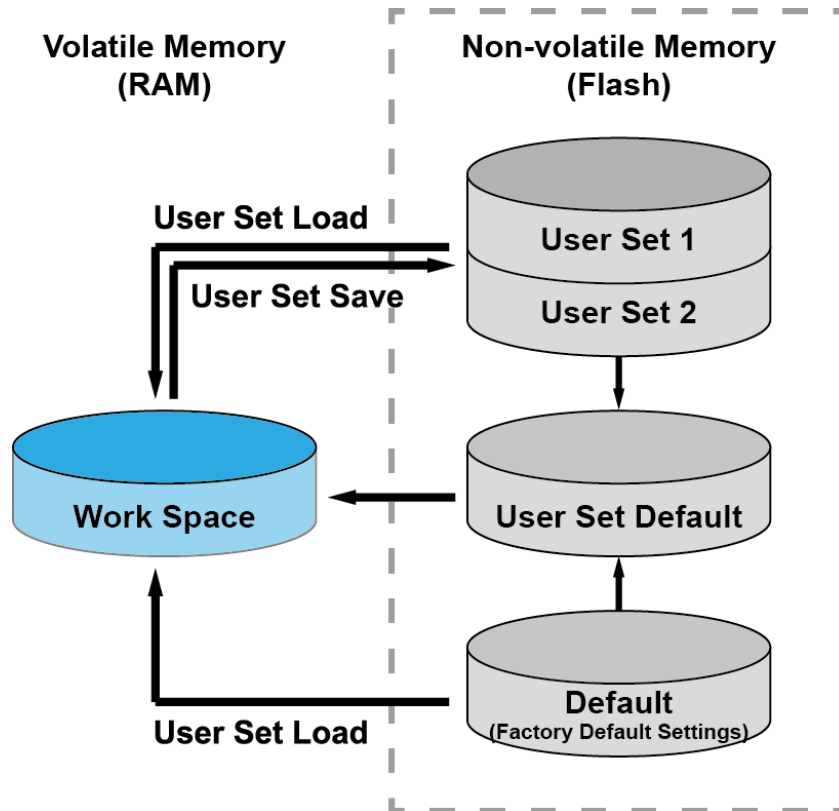


Figure 9-21 User Set Control

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.
 - 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
 - Software 트리거 입력 설정이 제대로 되었는지 확인하십시오.
 - CXPin 트리거 모드의 경우 CXP Frame Grabber 에서 트리거 설정이 제대로 되었는지 확인하십시오.
 - 외부 트리거 모드의 경우 케이블 연결이 제대로 되었는지 확인하십시오.
- 통신이 되지 않을 때
 - Coax 케이블 연결이 제대로 되었는지 확인하십시오.
 - 컴퓨터에 장착된 CXP 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 확인하시고 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 Defective Pixel Map Download

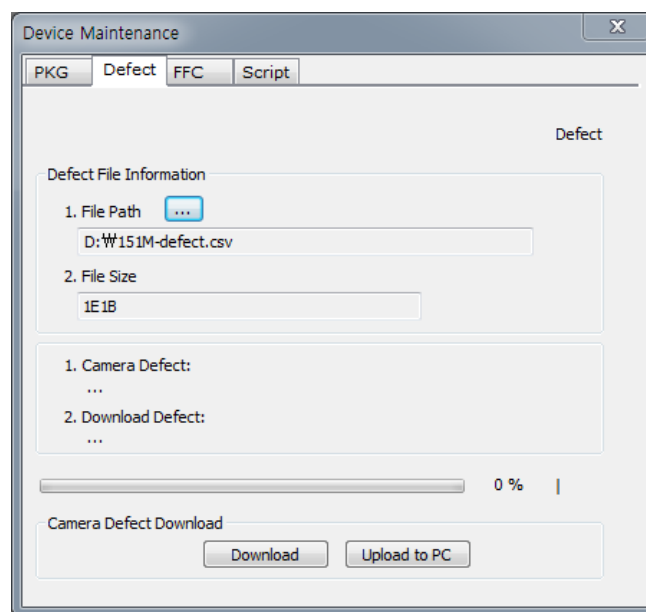
- 엑셀에서 아래 왼쪽 그림처럼 Defective Pixel Map 데이터를 작성하고 CSV 파일(*.csv)로 저장합니다. 오른쪽 그림은 작성한 파일을 메모장에서 열었을 때의 모습입니다. 작성 시 적용되는 규칙은 다음과 같습니다.
 - ‘:’ 또는 ‘--’로 시작하는 라인은 주석으로 처리됩니다.
 - 각 행은 수평 좌표 값, 수직 좌표 값순으로 작성합니다.
 - 픽셀의 입력 순서는 무관합니다.

	A	B	C	D
1	:	comment line		
2	--	coment 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				
13				

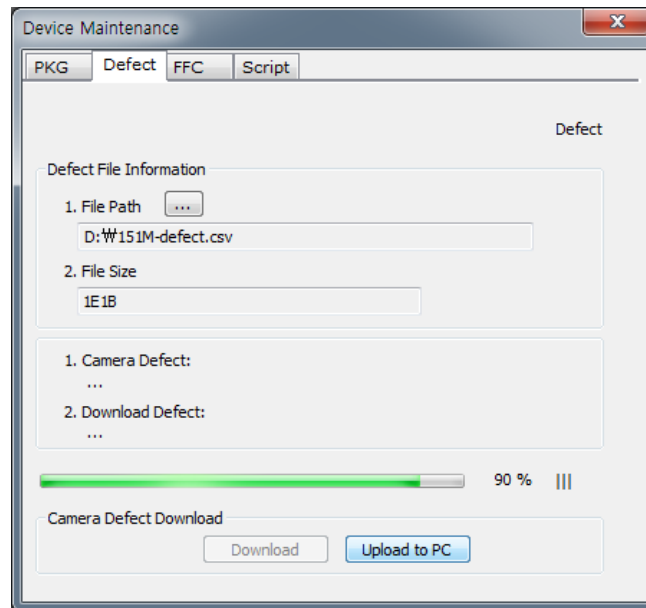
```

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

- Vieworks Imaging Solution 7.X 를 실행한 후 **Configure** 버튼을 클릭하여 아래와 같은 창을 표시합니다. **Defect** 탭을 선택하고 **File Path** 에서 다운로드할 csv 파일을 선택하고 **Download** 버튼을 클릭합니다.



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

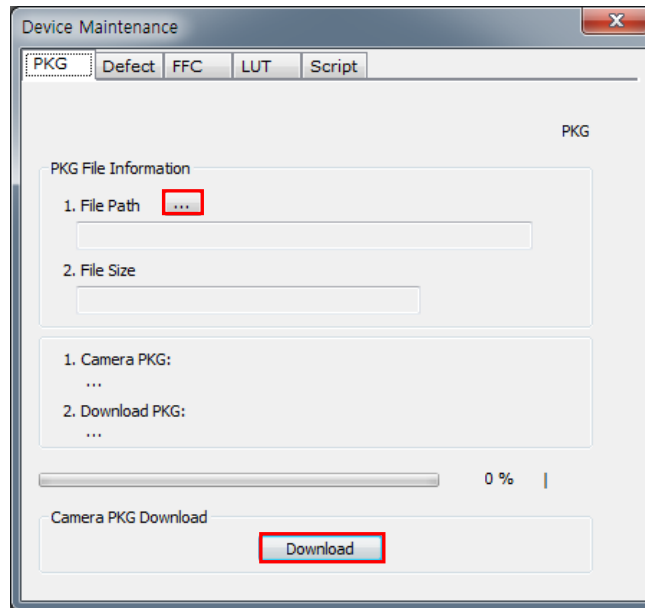


- 다운로드가 완료되면 **OK** 버튼을 클릭하여 확인 창을 닫습니다.

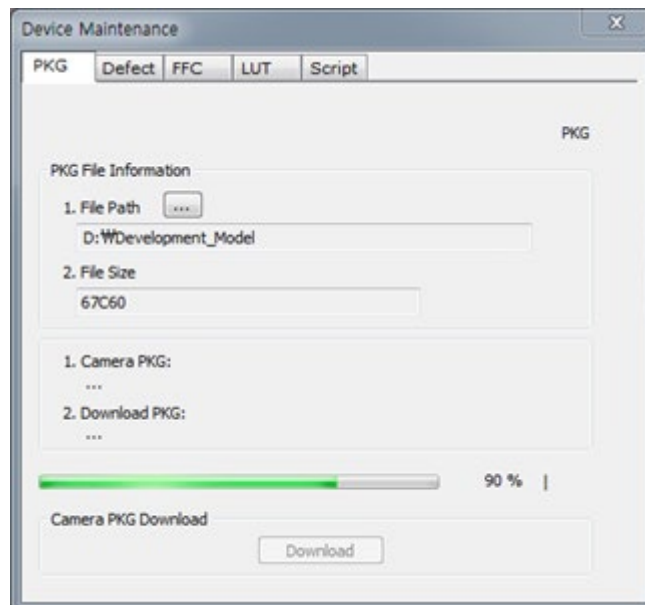
Appendix B Field Upgrade

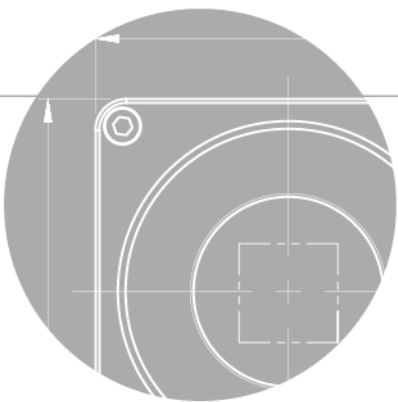
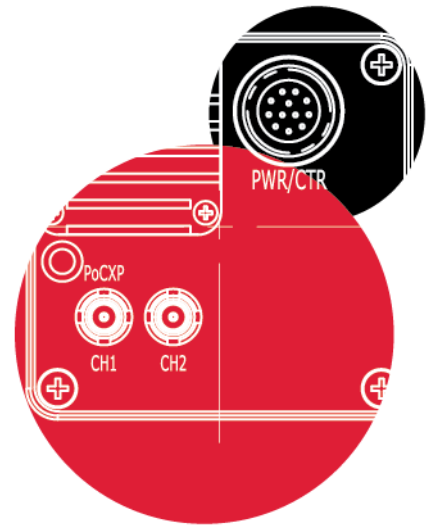
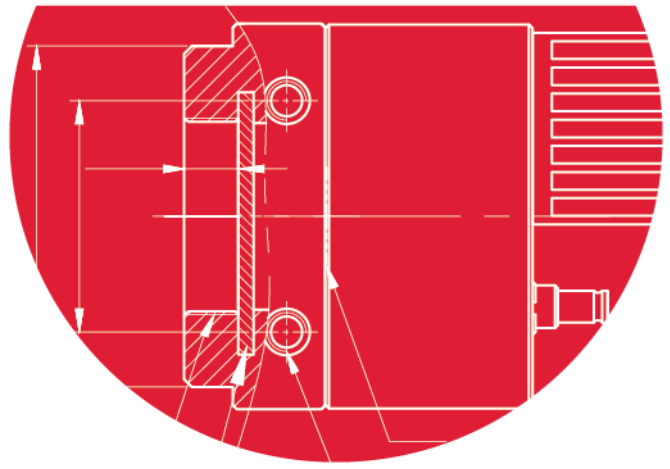
다음 절차에 따라서 카메라의 MCU, FPGA 및 XML 파일을 업그레이드할 수 있습니다.

1. Vieworks Imaging Solution 7.X 를 실행한 후 **Configure** 버튼을 클릭하여 아래와 같은 창을 표시합니다.
2. **PKG** 탭을 선택하고, File Path 버튼을 클릭한 다음 MCU, FPGA 또는 XML 업그레이드 파일을 선택하고 **Download** 버튼을 클릭합니다.



3. 업그레이드 파일의 다운로드가 진행되고 하단에 진행 상황이 표시됩니다.





Vieworks Co., Ltd.

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

Tel: +82-70-7011-6161

Fax: +82-31-386-8631

<http://vision.vieworks.com>

vision@vieworks.com