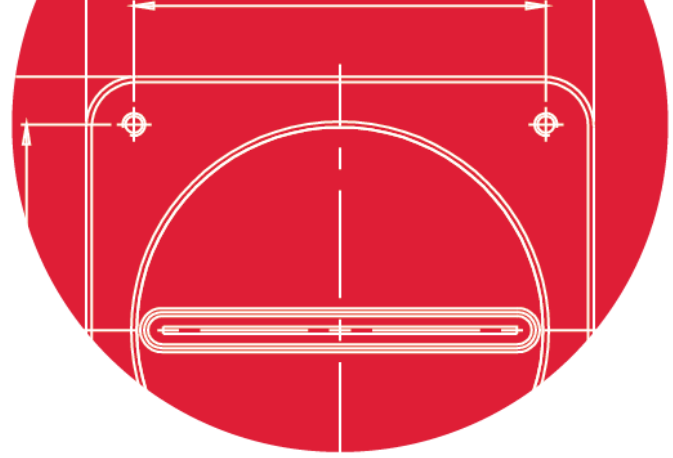


VT series

User Manual



한국어

VT-3K7C
VT-4K5C
VT-4K7C
VT-4K14C
VT-6K3.5C
VT-9K7C
VT-12K5C
VT-18K3.5C



VIEWWORKS

개정 이력

버전	날짜	설명
1.0	2016-03-04	최초 릴리스
1.1	2017-05-10	다음 모델 추가 <ul style="list-style-type: none"> VT-3K7C-E100 VT-3K7C-H100 VT-4K5C-E100 VT-4K5C-H100 VT-6K3.5C-E100 VT-6K3.5C-H100
1.2	2017-09-07	<ul style="list-style-type: none"> STROBE 탭 추가 카메라 도면 업데이트(Strobe Controller 연결 단자 추가) Trigger Statistics 추가 LUT 추가
1.3	2018-05-31	<ul style="list-style-type: none"> Tap 별 지원 가능한 Pixel Data Format 정보 추가
1.4	2021-01-21	<ul style="list-style-type: none"> 모델명 수정 다음 모델 추가 <ul style="list-style-type: none"> VT-4K7C-E120A-32 VT-4K14C-E120A-16 VT-9K7C-E80A-32 VT-12K5C-E60A-64 VT-18K3.5C-E40A-64 카메라 도면 수정
1.5	2021-05-12	매뉴얼 내 6 핀 커넥터 방향 오류 수정
	2021-09-24	주요 특징에서 Exposure Control 문구 삭제
1.6	2022-06-03	Mechanical Dimension 수정
	2022-06-07	Direction 설명 오류 수정 VT-4K14C 와 관련한 TDI Stages 설명 문구 추가
1.7	2024-01-17	9.8 장 Optical Black Clamp 안내 추가
1.8	2024-03-04	5.5.2 장 제품 고정하기 추가 7.3 전원 입력 단자 - 참고문구 수정 및 추가
1.9	2024-04-25	5.5.2 제품 고정하기
2.0	2024-05-13	9.19 Camera Link Pixel Clock 테이블에 항목 추가

목 차

1 주의사항	6
2 보증 범위	8
3 사용자 안내문	8
4 제품 구성	9
5 제품 규격	10
5.1 개요	10
5.2 사양	11
5.3 Camera Block Diagram	19
5.4 스펙트럼 응답 특성	20
5.5 Mechanical Specification	21
5.5.1 Camera Mounting 및 Heat Dissipation	22
5.5.2 제품 고정하기	23
6 카메라 연결 방법	24
6.1 센서 중심 조정에 대한 주의사항	24
6.2 카메라 제어	24
7 Camera Interface	25
7.1 General Description	25
7.2 Camera Link MDR/SDR 커넥터	25
7.3 전원 입력 단자	29
7.4 컨트롤 입/출력 단자	30
7.5 Trigger / Direction Input Circuit	31
7.6 Strobe Output Circuit	31
8 Acquisition Control	32
8.1 Line Start 트리거	32
8.1.1 Trigger Mode	32
8.1.2 External/CC1 트리거 신호 사용하기	35
8.1.3 Rescaler Mode	36
8.1.4 Trigger Statistics	37
8.2 허용 가능한 최대 Line Rate	38

9 Camera Features	39
9.1 Operation Mode	39
9.2 TDI Stages.....	40
9.3 Direction	42
9.4 Region of Interest.....	43
9.4.1 ROI 설정	43
9.5 Binning.....	45
9.6 Data Bit.....	46
9.7 Gain 및 Black Level.....	47
9.8 Optical Black Clamp.....	48
9.9 LUT.....	48
9.10 Dark Signal Non-uniformity Correction	50
9.10.1 사용자 DSNU 보정 값 생성 및 저장	51
9.11 Photo Response Non-uniformity Correction.....	53
9.11.1 사용자 PRNU 보정 값 생성 및 저장	54
9.12 Reverse X	55
9.13 Camera Link Output	56
9.14 Strobe Mode.....	57
9.15 Temperature Monitor	58
9.16 Status LED	58
9.17 Test Image.....	59
9.18 Pre-emphasis(M72 지원 VT Series Only).....	61
9.19 Camera Link Pixel Clock	61
9.20 Field Upgrade.....	62
10 Camera Configuration	63
10.1 설정 명령	63
10.2 User Set Control.....	65
10.2.1 Factory Default 설정 값.....	66
10.3 Command List.....	67
11 Configurator GUI	73
11.1 Camera Scan	73
11.2 메뉴.....	74
11.2.1 File.....	74

11.2.2	Start-Up	75
11.2.3	Tool	76
11.2.4	About	77
11.3	탭	78
11.3.1	VIEW 탭	78
11.3.2	MODE/EXP 탭	79
11.3.3	VIDEO 탭	80
11.3.4	STROBE 탭	81
11.3.5	LUT 탭	82
12	제품 동작 이상 확인 및 조치	83
Appendix A	Field Upgrade.....	84
A.1	MCU	84
A.2	FPGA.....	87
Appendix B	LUT Download	88
B.1	감마 곡선 다운로드.....	88
B.2	CSV 파일 다운로드	90
Appendix C	Correction Control.....	92
C.1	DSNU 추가 보정 및 저장	93
C.2	PRNU 추가 보정 및 저장	94

1 주의사항

일반 주의사항



- 본 제품을 떨어트리거나, 임의대로 분해하거나 개조하지 마십시오. 기기의 훼손이나 감전사고의 위험이 있습니다.
- 사용 안전을 위하여 어린이의 손이나 애완동물이 접근할 수 있는 곳에 보관하지 마십시오.
- 만약 부주의로 인해 액체나 이물질이 본 기기 내부로 들어갔을 경우 본 제품을 사용하지 마시고 즉시 전원을 끈 후, 판매처에 연락을 취해 협조를 구하십시오.
- 젖은 손으로 본 제품을 조작하지 마십시오. 감전 사고의 우려가 있습니다.
- 카메라의 온도가 [5.2 절 Specifications](#)의 온도 범위를 벗어나지 않는지 주의하십시오. 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 전압 입력 범위는 [5.2 절 Specifications](#)를 참고하십시오(※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 보증 범위

다음과 같은 경우 보증범위에서 제외됩니다.

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

제품 관련 문의 및 서비스가 필요한 경우 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



VT-4K7C / VT-4K14C / VT-9K7C / VT-12K5C / VT-18K3.5C Camera with M72 0.75 mount



VT-3K7C / VT-4K5C / VT-6K3.5C Camera with M42 mount

5 제품 규격

5.1 개요

VT series 는 TDI(Time Delay and Integration) 라인 스캔 카메라로서 기존 라인 스캔 카메라보다 더욱 빠른 line rate 및 높은 감도를 제공합니다. CCD 와 CMOS 회로가 결합된 하이브리드 영상 센서를 기반으로 한 TDI 라인 스캔 기술을 통해 M72 마운트를 지원하는 VT-9K7C 모델의 경우 최대 128 배의 향상된 감도로 영상을 획득할 수 있습니다. 더 우수한 감도 및 해상도를 갖는 VT-18K3.5C 모델의 경우 최대 256 배의 향상된 감도로 영상을 획득할 수 있습니다. 또한, 견고한 Camera Link 인터페이스를 사용하여 VT-4K7C 및 VT-4K14C 모델의 경우 최대 125 kHz의 속도로 데이터를 전송할 수 있습니다. M42 마운트를 지원하는 콤팩트한 디자인의 VT-3K7C, VT-4K5C 및 VT-6K3.5C 모델은 최대 100 kHz 속도로 256 배의 향상된 감도로 영상을 획득할 수 있습니다.

고속 및 고감도를 구현한 VT series 는 FPD 검사, 웨이퍼 검사, PCB 검사 및 고성능 문서 스캐닝 등에 이상적입니다.

주요 특징

- Hybrid Line Scan
- Max. 17824 × 256 Pixel Resolution
- Bidirectional Operations with up to 256 TDI Stages
- Anti-blooming
- Trigger Rescaler and Strobe Output Control
- Camera Link Full Interface up to 120 kHz
- Advanced PRNU and DSNU Correction
- Area Scan Mode for Camera Alignment

적용 부문

- Flat Panel Display Inspection
- Printed Circuit Board Inspection
- Wafer Inspection
- High Performance Document Scanning

5.2 사양

VT Camera Link 시리즈 카메라의 모델별 사양은 다음과 같습니다.

항목	VT-4K7C-E120A-32	VT-4K7C-H120A-128
Active Image (H × V)	4096 × 32	4096 × 128
Sensor Type	Hybrid TDI Line Scan	
Pixel Size	7.0 μm × 7.0 μm	
Interface	Camera Link (Base/Medium/Full/10 Tap)	
Pixel Data Format	8 bit (2/4/8/10 Tap) / 10 bit (2/4 Tap) / 12 bit (2/4 Tap)	
TDI Stage	32	32 / 64 / 96 / 128
TDI Direction	External Control Port 또는 Programmable	
Trigger Synchronization	Free-Run, External Trigger Signal, Camera Link CC1 Programmable Line Rate and Trigger Polarity	
Max. Line Rate	125 kHz	
Min. Line Rate	1 kHz	
Camera Link Pixel Clock	85 MHz	
Video Output	2, 4, 8 또는 10 Tap	
Throughput	0.51 Gpix/s	
Gamma Correction	User Defined LUT (Look Up Table)	
Black Level	-255 ~ 255 at 8 bits	
Gain Control	Analog Gain: ×1, ×2, ×3, ×4 / Digital Gain: ×1.0 ~ ×8.0	
External Trigger	External, 3.3 V – 5.0 V	
Power	Adapter	10 ~ 30 V DC
	Dissipation	Typ. 12.0 W
Environmental	Ambient Operating: 0°C ~ 40°C (Housing: 10°C ~ 50°C), Storage: -40°C ~ 70°C	
Mechanical	90 mm × 90 mm × 38 mm, 500 g	
Configuration Software	Configurator	
Optical Interface		
Lens Mount	M72 × 0.75	
Sensor to Camera Front	10.20 mm (Optical Distance)	
Sensor Alignment		
Flatness	±25 μm	
x	±0.15 mm	
y	±0.15 mm	
z	±0.1 mm	

Table 5.1 M72 mount 지원 VT CL 카메라 사양 (VT-4K7C-E120A-32 / VT-4K7C-H120A-128)

항목	VT-4K14C-E120A-16	VT-4K14C-H120A-64
Active Image (H × V)	4096 × 16	4096 × 64
Sensor Type	Hybrid TDI Line Scan	
Pixel Size	14.0 μm × 14.0 μm	
Interface	Camera Link (Base/Medium/Full/10 Tap)	
Pixel Data Format	8 bit (2/4/8/10 Tap) / 10 bit (2/4 Tap) / 12 bit (2/4 Tap)	
TDI Stage	16	16 / 32 / 48 / 64
TDI Direction	External Control Port 또는 Programmable	
Trigger Synchronization	Free-Run, External Trigger Signal, Camera Link CC1 Programmable Line Rate and Trigger Polarity	
Max. Line Rate	125 kHz	
Min. Line Rate	1 kHz	
Camera Link Pixel Clock	85 MHz	
Video Output	2, 4, 8 또는 10 Tap	
Throughput	0.51 Gpix/s	
Gamma Correction	User Defined LUT (Look Up Table)	
Black Level	-255 ~ 255 at 8 bits	
Gain Control	Analog Gain: ×1, ×2, ×3, ×4 / Digital Gain: ×1.0 ~ ×8.0	
External Trigger	External, 3.3 V – 5.0 V	
Power	Adapter	10 ~ 30 V DC
	Dissipation	Typ. 12.0 W
Environmental	Ambient Operating: 0°C ~ 40°C (Housing: 10°C ~ 50°C), Storage: -40°C ~ 70°C	
Mechanical	90 mm × 90 mm × 38 mm, 500 g	
Configuration Software	Configurator	
Optical Interface		
Lens Mount	M72 × 0.75	
Sensor to Camera Front	10.20 mm (Optical Distance)	
Sensor Alignment		
Flatness	±25 μm	
x	±0.15 mm	
y	±0.15 mm	
z	±0.1 mm	

Table 5.2 M72 mount 지원 VT CL 카메라 사양 (VT-4K14C-E120A-16 / VT-4K14C-H120A-64)

항목	VT-9K7C-E80A-32	VT-9K7C-H80A-128
Active Image (H × V)	8912 × 32	8912 × 128
Sensor Type	Hybrid TDI Line Scan	
Pixel Size	7.0 μm × 7.0 μm	
Interface	Camera Link (Base/Medium/Full/10 Tap)	
Pixel Data Format	8 bit (2/4/8/10 Tap) / 10 bit (2/4 Tap) / 12 bit (2/4 Tap)	
TDI Stage	32	32 / 64 / 96 / 128
TDI Direction	External Control Port 또는 Programmable	
Trigger Synchronization	Free-Run, External Trigger Signal, Camera Link CC1 Programmable Line Rate and Trigger Polarity	
Max. Line Rate	94 kHz	
Min. Line Rate	1 kHz	
Camera Link Pixel Clock	85 MHz	
Video Output	2, 4, 8 또는 10 Tap	
Throughput	0.83 Gpix/s	
Gamma Correction	User Defined LUT (Look Up Table)	
Black Level	-255 ~ 255 at 8 bits	
Gain Control	Analog Gain: ×1, ×2, ×3, ×4 / Digital Gain: ×1.0 ~ ×8.0	
External Trigger	External, 3.3 V – 5.0 V	
Power	Adapter	10 ~ 30 V DC
	Dissipation	Typ. 12.0 W
Environmental	Ambient Operating: 0°C ~ 40°C (Housing: 10°C ~ 50°C), Storage: -40°C ~ 70°C	
Mechanical	90 mm × 90 mm × 38 mm, 500 g	
Configuration Software	Configurator	
Optical Interface		
Lens Mount	M72 × 0.75	
Sensor to Camera Front	10.20 mm (Optical Distance)	
Sensor Alignment		
Flatness	±25 μm	
x	±0.15 mm	
y	±0.15 mm	
z	±0.1 mm	

Table 5.3 M72 mount 지원 VT CL 카메라 사양 (VT-9K7C-E80A-32 / VT-9K7C-H80A-128)

항목	VT-12K5C-E60A-64	VT-12K5C-H60A-256
Active Image (H × V)	12480 × 64	12480 × 256
Sensor Type	Hybrid TDI Line Scan	
Pixel Size	5.0 μm × 5.0 μm	
Interface	Camera Link (Base/Medium/Full/10 Tap)	
Pixel Data Format	8 bit (2/4/8/10 Tap) / 10 bit (2/4 Tap) / 12 bit (2/4 Tap)	
TDI Stage	64	64 / 128 / 192 / 256
TDI Direction	External Control Port 또는 Programmable	
Trigger Synchronization	Free-Run, External Trigger Signal, Camera Link CC1 Programmable Line Rate and Trigger Polarity	
Max. Line Rate	67 kHz	
Min. Line Rate	1 kHz	
Camera Link Pixel Clock	85 MHz	
Video Output	2, 4, 8 또는 10 Tap	
Throughput	0.83 Gpix/s	
Gamma Correction	User Defined LUT (Look Up Table)	
Black Level	-255 ~ 255 at 8 bits	
Gain Control	Analog Gain: ×1, ×2, ×3, ×4 / Digital Gain: ×1.0 ~ ×8.0	
External Trigger	External, 3.3 V – 5.0 V	
Power	Adapter	10 ~ 30 V DC
	Dissipation	Typ. 12.0 W
Environmental	Ambient Operating: 0°C ~ 40°C (Housing: 10°C ~ 50°C), Storage: -40°C ~ 70°C	
Mechanical	90 mm × 90 mm × 38 mm, 500 g	
Configuration Software	Configurator	
Optical Interface		
Lens Mount	M72 × 0.75	
Sensor to Camera Front	10.20 mm (Optical Distance)	
Sensor Alignment		
Flatness	±25 μm	
x	±0.15 mm	
y	±0.15 mm	
z	±0.1 mm	

Table 5.4 M72 mount 지원 VT CL 카메라 사양 (VT-12K5C-E60A-64 / VT-12K5C-H60A-256)

항목	VT-18K3.5C-E40A-64	VT-18K3.5C-H40A-256
Active Image (H × V)	17824 × 64	17824 × 256
Sensor Type	Hybrid TDI Line Scan	
Pixel Size	3.5 μm × 3.5 μm	
Interface	Camera Link (Base/Medium/Full/10 Tap)	
Pixel Data Format	8 bit (2/4/8/10 Tap) / 10 bit (2/4 Tap) / 12 bit (2/4 Tap)	
TDI Stage	64	64 / 128 / 192 / 256
TDI Direction	External Control Port 또는 Programmable	
Trigger Synchronization	Free-Run, External Trigger Signal, Camera Link CC1 Programmable Line Rate and Trigger Polarity	
Max. Line Rate	47 kHz	
Min. Line Rate	1 kHz	
Camera Link Pixel Clock	85 MHz	
Video Output	2, 4, 8 또는 10 Tap	
Throughput	0.83 Gpix/s	
Gamma Correction	User Defined LUT (Look Up Table)	
Black Level	-255 ~ 255 at 8 bits	
Gain Control	Analog Gain: ×1, ×2, ×3, ×4 / Digital Gain: ×1.0 ~ ×8.0	
External Trigger	External, 3.3 V – 5.0 V	
Power	Adapter	10 ~ 30 V DC
	Dissipation	Typ. 12.0 W
Environmental	Ambient Operating: 0°C ~ 40°C (Housing: 10°C ~ 50°C), Storage: -40°C ~ 70°C	
Mechanical	90 mm × 90 mm × 38 mm, 500 g	
Configuration Software	Configurator	
Optical Interface		
Lens Mount	M72 × 0.75	
Sensor to Camera Front	10.20 mm (Optical Distance)	
Sensor Alignment		
Flatness	±25 μm	
x	±0.15 mm	
y	±0.15 mm	
z	±0.1 mm	

Table 5.5 M72 mount 지원 VT CL 카메라 사양 (VT-18K3.5C-E40A-64 / VT-18K3.5C-H40A-256)

항목		VT-3K7C-E100A-32	VT-3K7C-H100A-128
Active Image (H × V)		3200×32	3200×128
Sensor Type		Hybrid TDI Line Scan	
Pixel Size		7.0 μm × 7.0 μm	
Interface		Camera Link (Base/Medium/Full/10 Tap)	
Pixel Data Format		8 bit (2/4/8/10 Tap) / 10 bit (2/4 Tap) / 12 bit (2/4 Tap)	
TDI Stage		32	32 / 64 / 96 / 128
TDI Direction		External Control Port 또는 Programmable	
Trigger Synchronization		Free-Run, External Trigger Signal, Camera Link CC1 Programmable Line Rate and Trigger Polarity	
Max. Line Rate		100 kHz	
Min. Line Rate		1 kHz	
Camera Link Pixel Clock		40 / 60 / 80 / 85 MHz	
Video Output		2, 4, 8 또는 10 Tap	
Throughput		0.32 Gpix/s	
Gamma Correction		User Defined LUT (Look Up Table)	
Black Level		-255 ~ 255 at 8 bits	
Gain Control		Analog Gain: ×1, ×2, ×3, ×4 / Digital Gain: ×1.0 ~ ×8.0	
External Trigger		External, 3.3 V – 5.0 V	
Power	Adapter	10 ~ 30 V DC	
	Dissipation	Typ. 3.5 W	
Environmental		Ambient Operating: 0°C ~ 50°C (Housing: 10°C ~ 50°C), Storage: -40°C ~ 70°C	
Mechanical		60 mm × 60 mm × 36 mm, 223 g	
Configuration Software		Configurator	
Optical Interface			
Lens Mount		M42	
Sensor to Camera Front		10.10 mm (Optical Distance)	
Sensor Alignment			
Flatness		±25 μm	
x		±0.15 mm	
y		±0.15 mm	
z		±0.1 mm	

Table 5.6 M42 mount 지원 VT CL 카메라 사양 (VT-3K7C-E100A-32 / VT-3K7C-H100A-128)

항목		VT-4K5C-E100A-64	VT-4K5C-H100A-256
Active Image (H × V)		4640×64	4640×256
Sensor Type		Hybrid TDI Line Scan	
Pixel Size		5.0 μm × 5.0 μm	
Interface		Camera Link (Base/Medium/Full/10 Tap)	
Pixel Data Format		8 bit (2/4/8/10 Tap) / 10 bit (2/4 Tap) / 12 bit (2/4 Tap)	
TDI Stage		64	64 / 128 / 192 / 256
TDI Direction		External Control Port 또는 Programmable	
Trigger Synchronization		Free-Run, External Trigger Signal, Camera Link CC1 Programmable Line Rate and Trigger Polarity	
Max. Line Rate		100 kHz	
Min. Line Rate		1 kHz	
Camera Link Pixel Clock		40 / 60 / 80 / 85 MHz	
Video Output		2, 4, 8 또는 10 Tap	
Throughput		0.46 Gpix/s	
Gamma Correction		User Defined LUT (Look Up Table)	
Black Level		-255 ~ 255 at 8 bits	
Gain Control		Analog Gain: ×1, ×2, ×3, ×4 / Digital Gain: ×1.0 ~ ×8.0	
External Trigger		External, 3.3 V – 5.0 V	
Power	Adapter	10 ~ 30 V DC	
	Dissipation	Typ. 4.0 W	
Environmental		Ambient Operating: 0°C ~ 50°C (Housing: 10°C ~ 50°C), Storage: -40°C ~ 70°C	
Mechanical		60 mm × 60 mm × 36 mm, 223 g	
Configuration Software		Configurator	
Optical Interface			
Lens Mount		M42	
Sensor to Camera Front		10.10 mm (Optical Distance)	
Sensor Alignment			
Flatness		±25 μm	
x		±0.15 mm	
y		±0.15 mm	
z		±0.1 mm	

Table 5.7 M42 mount 지원 VT CL 카메라 사양 (VT-4K5C-E100A-64 / VT-4K5C-H100A-256)

항목		VT-6K3.5C-E100A-64	VT-6K3.5C-H100A-256
Active Image (H × V)		6560×64	6560×256
Sensor Type		Hybrid TDI Line Scan	
Pixel Size		3.5 μm × 3.5 μm	
Interface		Camera Link (Base/Medium/Full/10 Tap)	
Pixel Data Format		8 bit (2/4/8/10 Tap) / 10 bit (2/4 Tap) / 12 bit (2/4 Tap)	
TDI Stage		64	64 / 128 / 192 / 256
TDI Direction		External Control Port 또는 Programmable	
Trigger Synchronization		Free-Run, External Trigger Signal, Camera Link CC1 Programmable Line Rate and Trigger Polarity	
Max. Line Rate		100 kHz	
Min. Line Rate		1 kHz	
Camera Link Pixel Clock		40 / 60 / 80 / 85 MHz	
Video Output		2, 4, 8 또는 10 Tap	
Throughput		0.66 Gpix/s	
Gamma Correction		User Defined LUT (Look Up Table)	
Black Level		-255 ~ 255 at 8 bits	
Gain Control		Analog Gain: ×1, ×2, ×3, ×4 / Digital Gain: ×1.0 ~ ×8.0	
External Trigger		External, 3.3 V – 5.0 V	
Power	Adapter	10 ~ 30 V DC	
	Dissipation	Typ. 4.5 W	
Environmental		Ambient Operating: 0°C ~ 50°C (Housing: 10°C ~ 50°C), Storage: -40°C ~ 70°C	
Mechanical		60 mm × 60 mm × 36 mm, 223 g	
Configuration Software		Configurator	
Optical Interface			
Lens Mount		M42	
Sensor to Camera Front		10.10 mm (Optical Distance)	
Sensor Alignment			
Flatness		±25 μm	
x		±0.15 mm	
y		±0.15 mm	
z		±0.1 mm	

Table 5.8 M42 mount 지원 VT CL 카메라 사양 (VT-6K3.5C-E100A-64 / VT-6K3.5C-H100A-256)

5.3 Camera Block Diagram

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

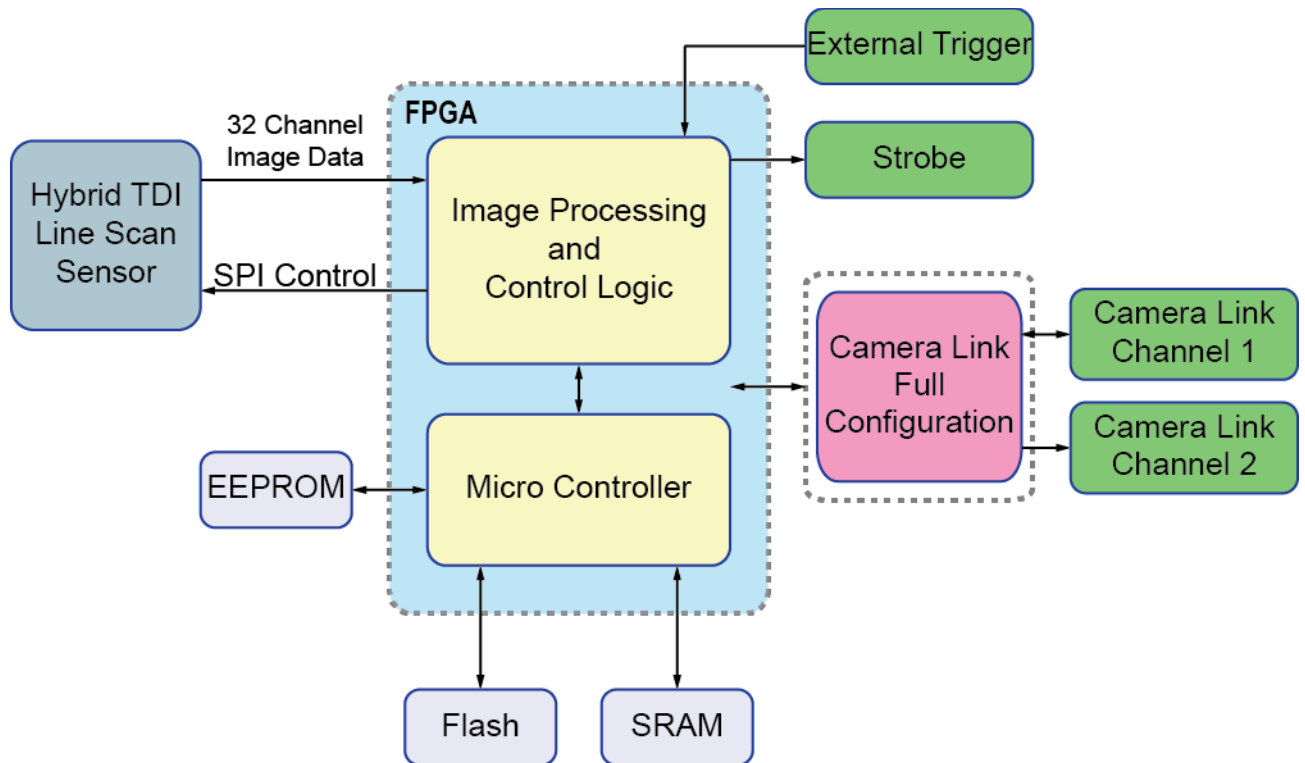


Figure 5.1 Camera Block Diagram

5.4 스펙트럼 응답 특성

다음 그래프는 VT series 카메라에 대한 스펙트럼 응답 특성을 나타냅니다.

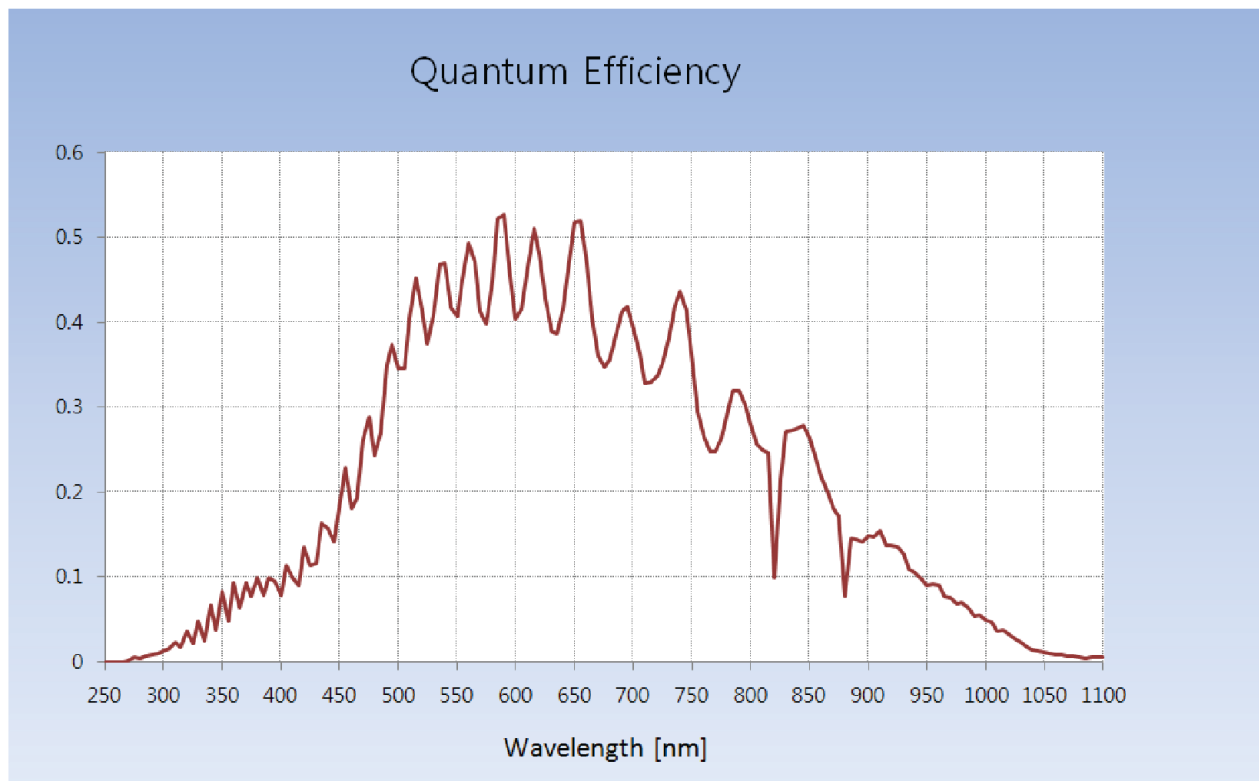


Figure 5.2 Quantum Efficiency (Monochrome)

5.5 Mechanical Specification

다음 도면은 밀리미터 단위의 카메라 치수를 나타냅니다.

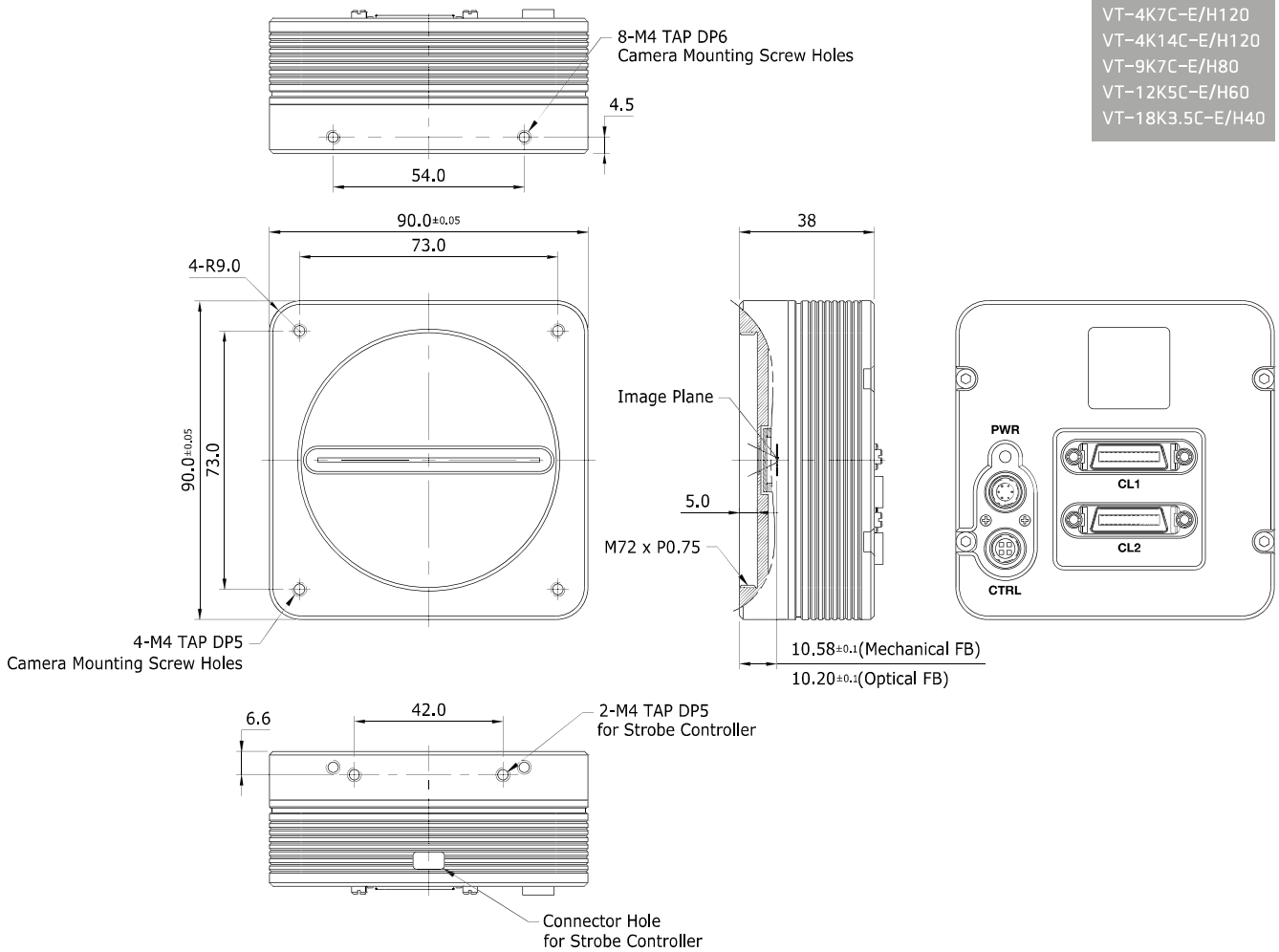


Figure 5.3 M72 mount 지원 VT CL Series Mechanical Dimension

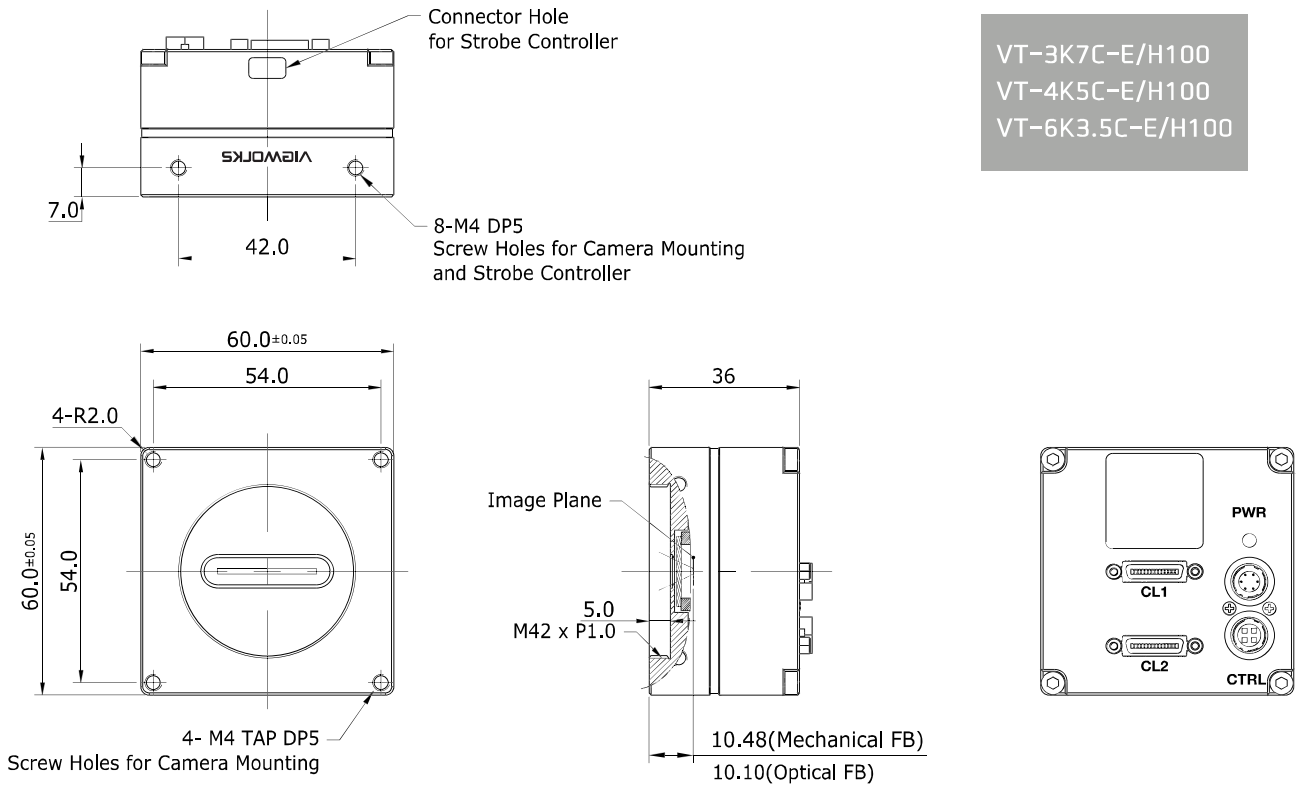


Figure 5.4 M42 mount 지원 VT CL Series Mechanical Dimension

5.5.1 Camera Mounting 및 Heat Dissipation

카메라는 충분히 방열할 수 있는 구조에 설치하여 카메라 하우징의 온도를 50도 미만으로 유지해야 합니다. VT 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 40도 이하로 유지하는 것이 좋습니다. 'gct' 명령어를 사용하여 현재 카메라 내부 온도를 확인할 수 있습니다.
- 시스템의 금속 구조물 등에 장착하면 카메라가 충분히 방열할 수 있습니다.

5.5.2 제품 고정하기

필요할 경우 사용자는 VT Camera Link 시리즈 제품을 단단하게 고정시켜서 사용할 수 있습니다. 고정나사를 체결할 수 있는 부분은 다음 그림에서 실선으로 표시한 전면 4개 부분과 측면 8개 부분입니다.

네 개의 면 중에서 최소한 한 면 이상을 고정해야 하며, 이때 반드시 하나의 면에 나사 2개를 모두 체결하십시오. 이 제품의 경우, 사용할 고정 나사의 종류는 M4이며 카메라에 나사가 최소 4 mm 이상 삽입되도록 체결하십시오.

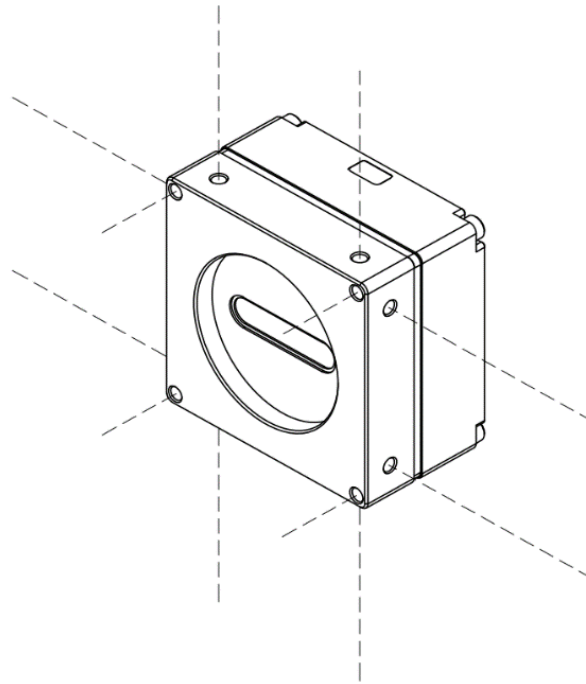


Figure 5.5 VT Camera Link 시리즈 제품을 거치할 때 고정나사 위치

6 카메라 연결 방법

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

1. 카메라와 전원 공급 장치가 분리되어 있는지, 컴퓨터의 전원이 꺼져 있는지 확인하십시오.
2. Camera Link 케이블의 한쪽 끝을 카메라의 Camera Link1 커넥터에 꽂고 다른 끝은 Camera Link Frame Grabber 의 Base 커넥터에 연결합니다.
3. 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 6-pin 전원 입력 단자에 연결합니다.
5. 전원 어댑터의 플러그를 전기 콘센트에 꽂습니다.
6. 모든 케이블이 제대로 연결되었는지 확인합니다.

Camera Link Medium/Full Configuration 사용 시 주의사항



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

6.1 센서 중심 조정에 대한 주의사항

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

6.2 카메라 제어

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

7 Camera Interface

7.1 General Description

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

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

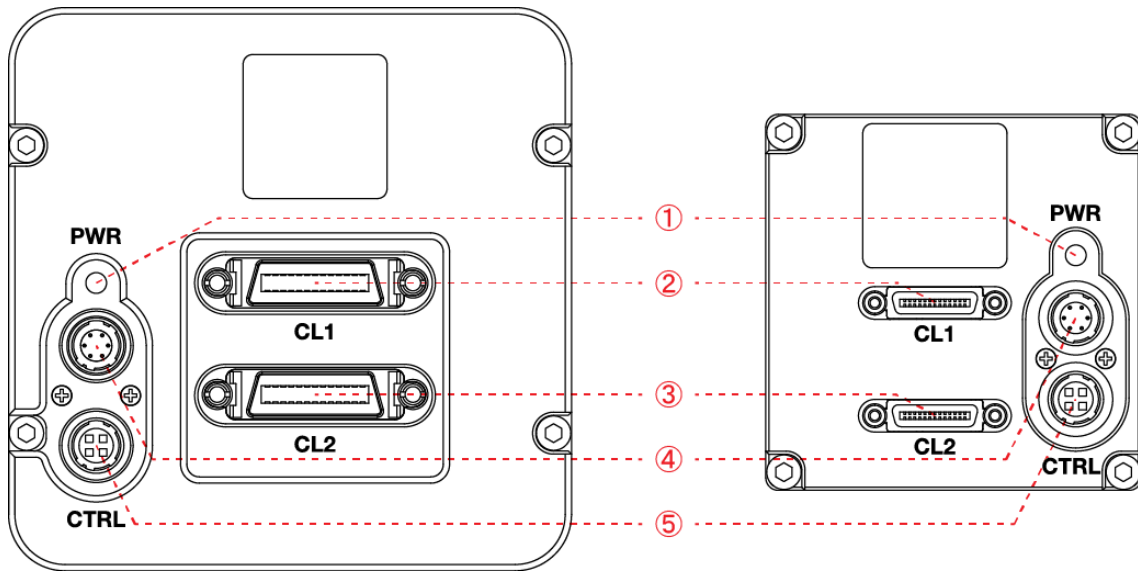


Figure 7.1 M72 mount(왼쪽) 및 M42 mount(오른쪽) 지원 VT Camera Link Series Back Panel

7.2 Camera Link MDR/SDR 커넥터

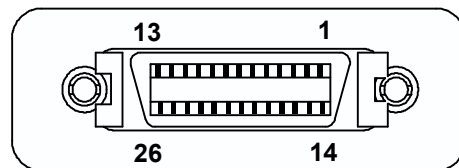


Figure 7.2 Camera Link 커넥터

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	Mount Type	Camera Link Connector Type
VT-3K7C-E100A-32	M42 mount	SDR
VT-3K7C-H100A-128	M42 mount	SDR
VT-4K5C-E100A-64	M42 mount	SDR
VT-4K5C-H100A-256	M42 mount	SDR
VT-6K3.5C-E100A-64	M42 mount	SDR
VT-6K3.5C-H100A-256	M42 mount	SDR
VT-4K7C-E120A-32	M72 mount	MDR
VT-4K7C-H120A-128	M72 mount	MDR
VT-4K14C-E120A-16	M72 mount	MDR
VT-4K14C-H120A-64	M72 mount	MDR
VT-9K7C-E80A-32	M72 mount	MDR
VT-9K7C-H80A-128	M72 mount	MDR
VT-12K5C-E60A-64	M72 mount	MDR
VT-12K5C-H60A-256	M72 mount	MDR
VT-18K3.5C-E40A-64	M72 mount	MDR
VT-18K3.5C-H40A-256	M72 mount	MDR

Table 7.3 카메라 모델별 Camera Link 커넥터 유형

Model	Tap Mode	CL Configuration	CL1 Connector	CL2 Connector
VT Camera Link Series	2 Tap	BASE	O	X
	4 Tap	MEDIUM	O	O
	8 Tap	FULL	O	O
	10 Tap	FULL	O	O

Table 7.4 Camera Link 출력 모드별 커넥터 연결



Camera Link 케이블을 사용하여 Frame Grabber 와 Camera Link 커넥터를 연결할 때 연결 위치에 주의해야 합니다. CL1 Connector 와 CL2 Connector 의 위치가 바뀌면 카메라의 영상이 제대로 출력되지 않거나 컴퓨터와 카메라의 Serial 통신이 정상적으로 수행되지 않습니다.

7.3 전원 입력 단자

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

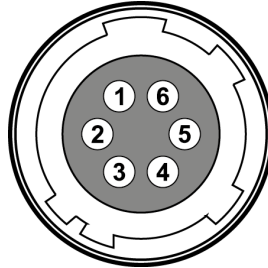


Figure 7.3 전원 입력 단자의 핀 배치도

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

Table 7.5 전원 입력 단자의 핀 구성



- Hirose 6 핀 커넥터에 권장되는 메이팅(mating) 커넥터는 Hirose 6 핀 플러그(part # HR10A-7P-6S) 또는 동종의 커넥터입니다.
- 외부 전원 공급 장치는 10 – 30 V DC 전압 출력에 3A 이상 전류 출력을 가지는 전원 어댑터의 사용을 추천합니다 (전원 어댑터를 별도로 구매해야 합니다. 전원 공급 장치를 사용할 때는 UL 62368-1 인증을 받은 PS2 이하의 장치를 사용하십시오).

전원 입력 시 주의사항



- 카메라의 전원 배선 연결 전에 카메라의 입력 전원이 꺼져있는 것을 확인한 후 작업하십시오. 카메라 손상의 원인이 될 수 있습니다.
- 카메라의 전원 전압 입력 범위를 초과하여 전압을 공급하면 카메라의 내부 회로가 손상될 수 있습니다.

7.4 컨트롤 입/출력 단자

컨트롤 입/출력 단자는 Hirose 4 핀 커넥터(part # HR10A-7R-4S)이며, 외부 트리거 신호 입력과 스트로브 출력 포트에 구성되어 있습니다. 핀 배치 및 구성은 다음과 같습니다.

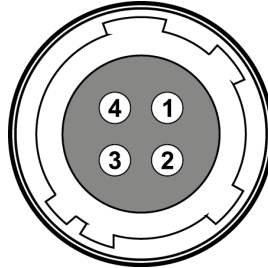


Figure 7.4 컨트롤 입/출력 단자 핀 배치도

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

Table 7.6 컨트롤 입/출력 단자의 핀 구성



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

7.5 Trigger / Direction Input Circuit

아래 그림은 4 핀 커넥터의 트리거 신호 입력과 TDI 방향 입력 회로를 나타내고 있습니다. 트리거 입력과 TDI 방향 신호는 노이즈 마진이 우수한 CMOS 버퍼를 통해 내부 회로로 전달됩니다. 카메라에서 인식 가능한 최소 트리거 폭은 $1\ \mu\text{s}$ 이며 입력된 트리거 신호가 $1\ \mu\text{s}$ 폭보다 작을 경우 카메라에서 트리거 신호는 무시하게 됩니다. 외부 트리거 신호와 TDI 방향 입력은 아래의 회로도 와 같이 신호를 공급할 수 있습니다.

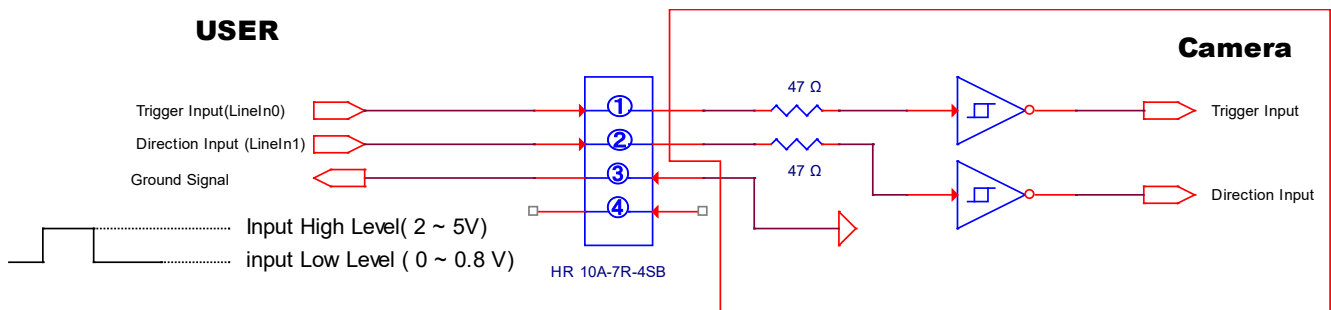


Figure 7.5 Trigger / Direction Input Schematic

7.6 Strobe Output Circuit

Strobe 출력 신호는 3.3 V 출력 레벨의 Line Driver IC 를 통해서 출력되며, 신호의 펄스 폭은 카메라의 Line Start 트리거 신호(shutter)와 동기화하여 출력됩니다([9.13 Strobe Mode](#) 참고).

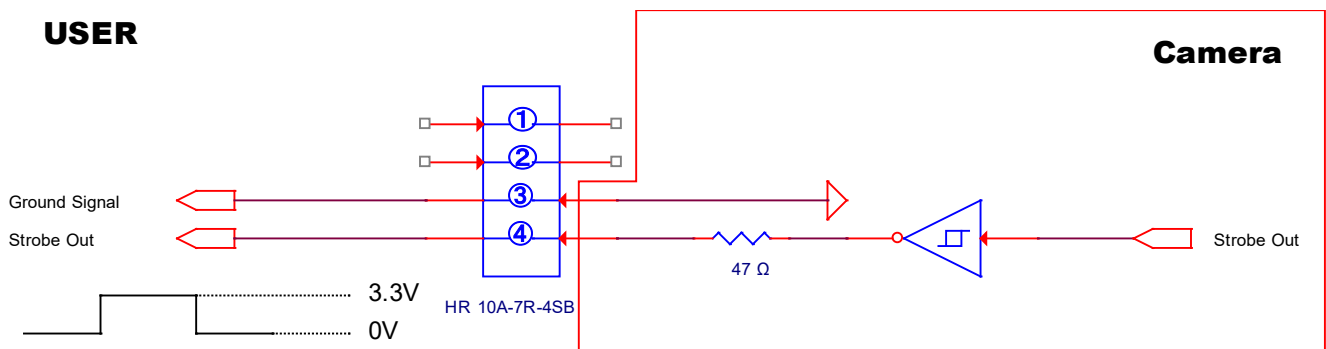


Figure 7.6 Strobe Output Schematic

8 Acquisition Control

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

- Line Start 트리거 – Trigger Mode
- Line Rate 제어

8.1 Line Start 트리거

Line Start 트리거는 라인 영상 획득을 시작하는 데 사용됩니다. Line Start 트리거는 카메라 내부에서 생성하거나 **Source** 파라미터를 **CC1** 또는 **External** 로 설정하여 외부에서 공급할 수도 있습니다. Line Start 트리거를 카메라에 공급하면 카메라는 라인 영상 획득을 시작합니다.

8.1.1 Trigger Mode

Line Start 트리거와 관련된 가장 중요한 파라미터는 **Trigger Mode** 파라미터입니다. **Trigger Mode** 파라미터는 **OFF** 또는 **ON** 으로 설정할 수 있습니다.

8.1.1.1 Trigger Mode = OFF

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

Trigger Mode 를 **OFF** 로 설정하면 카메라는 자동으로 Line 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 공급하지 않아도 계속해서 영상을 획득합니다. 이러한 사용 방법을 흔히 “free run”이라고 합니다.

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

- 현재 카메라 설정에서 허용 가능한 최대 line rate 보다 작은 값으로 설정하면 지정한 line rate 로 영상을 획득합니다.
- 현재 카메라 설정에서 허용 가능한 최대 line rate 보다 큰 값으로 설정하면 카메라는 허용 가능한 최대 line rate 로 영상을 획득합니다.

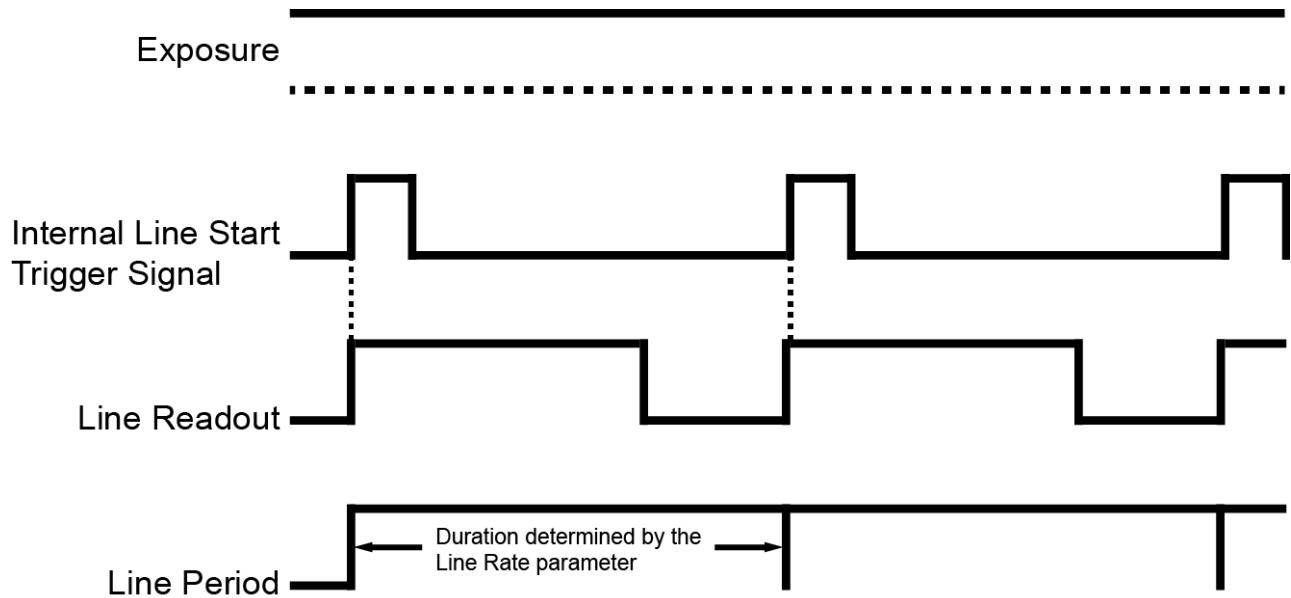


Figure 8.1 Trigger Mode = OFF

8.1.1.2 Trigger Mode = ON

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

설정 가능한 **Source** 파라미터는 다음과 같습니다.

- **External:** 외부에서 생성된 전기 신호(흔히 하드웨어 또는 External 트리거 신호라고 함)를 카메라의 컨트롤 입/출력 단자에 주입하여 카메라에 Line Start 트리거 신호를 공급할 수 있습니다. 자세한 내용은 [7.5 Trigger / Direction Input Circuit](#) 을 참고하십시오.
- **CC1:** Camera Link Frame Grabber 의 CC1 단자를 통해서 카메라에 Line Start 트리거 신호를 공급할 수 있습니다. 자세한 내용은 Camera Link Frame Grabber 사용 설명서를 참고하십시오.

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

설정 가능한 **Activation** 파라미터는 다음과 같습니다.

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

Trigger Mode 파라미터를 **ON** 으로 설정한 경우 카메라의 line rate 는 외부 트리거 신호를 조작하여 제어할 수 있습니다. 이때, 허용 가능한 최대 line rate 보다 빠른 속도로 트리거 신호를 공급하면 안 됩니다.

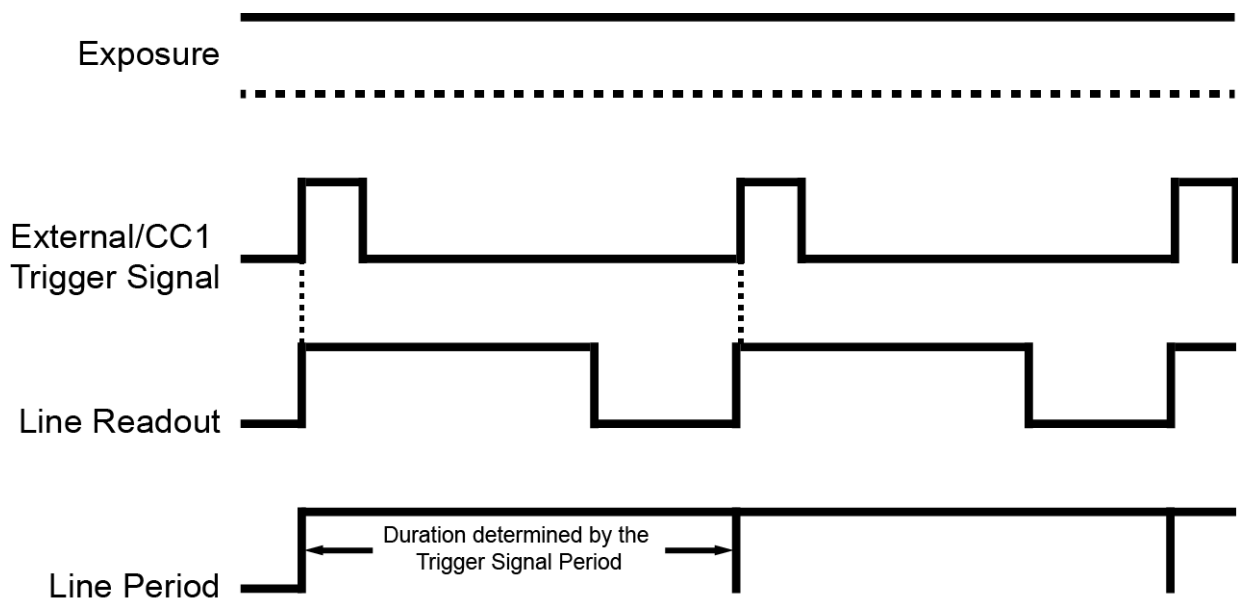


Figure 8.2 Trigger Mode = ON

8.1.2 External/CC1 트리거 신호 사용하기

Trigger Mode 파라미터를 **ON** 으로 설정하고 **Source** 파라미터를 **External** 또는 **CC1** 으로 설정한 경우 카메라에 External 또는 CC1 트리거 신호(Line Start)를 공급해야 영상 획득을 시작할 수 있습니다. Camera Link Frame Grabber 의 CC1 단자를 통해서 트리거 신호를 공급하려면 **Source** 파라미터를 **CC1** 으로 설정해야 합니다. 그런 다음 Camera Link Frame Grabber 제조사에서 제공하는 API 를 활용하여 CC1 트리거 신호를 Line Start 트리거 신호로서 카메라에 공급할 수 있습니다. 자세한 내용은 Camera Link Frame Grabber 사용 설명서를 참고하십시오.

Hardware 를 통해서 트리거 신호를 공급하려면 **Source** 파라미터를 **External** 로 설정해야 합니다. 그런 다음 적절한 전기 신호를 카메라에 공급하면 발생된 Line Start 트리거 신호를 카메라에서 인식하게 됩니다.

외부 또는 CC1 신호의 상승 에지 및/또는 하강 에지를 Line Start 트리거로 사용할 수 있습니다.

Activation 파라미터에서 상승 에지 및/또는 하강 에지를 트리거로 설정할지 선택합니다.

카메라가 외부 또는 CC1 신호의 제어에 의해 작동하는 경우에는 외부 트리거 신호의 주기에 의해 다음과 같이 line rate 가 결정됩니다.

$$\text{Line Rate (Hz)} = \frac{1}{\text{External/CC1 signal period in seconds}}$$

예를 들어, 20 μs (0.00002 초) 주기의 외부 트리거 신호로 카메라를 작동하면 line rate 는 50 kHz입니다.

8.1.3 Rescaler Mode

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

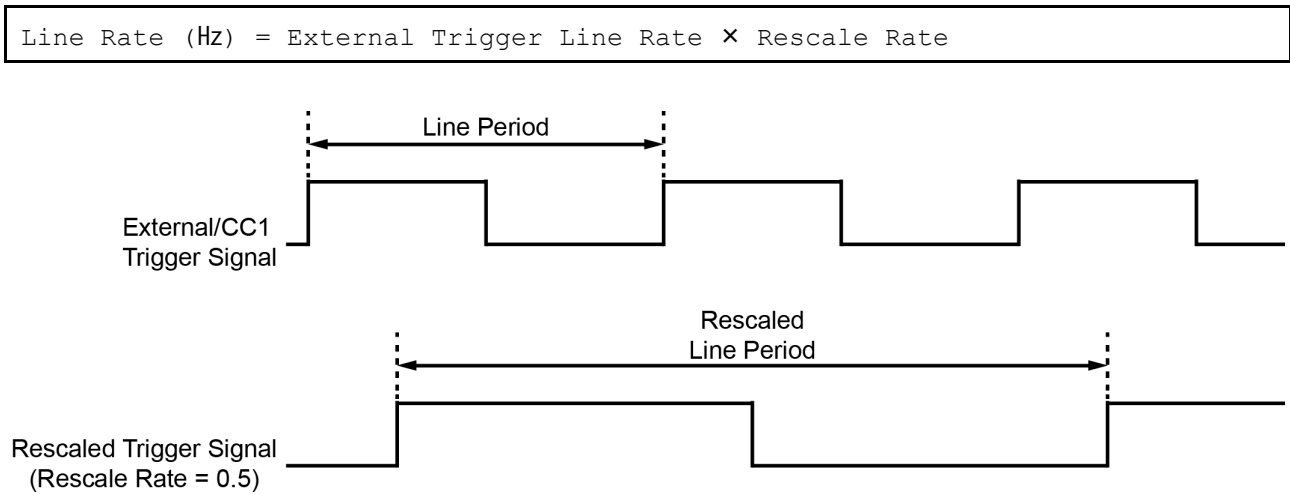


Figure 8.3 Rescale Rate = 0.5

Rescaler Mode 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Configurator Parameters	Command	Value	Description
Rescaler Mode	srm 0	Off	Rescaler Mode 해제
	srm 1	On	Rescaler Mode 설정
Rescale Rate	srr f	0.010000 ~ 100.000000	변환할 트리거 비율 설정 f: Float, 0.010000 ~ 100.000000
Rescaler Filter	srf 0	16	외부 트리거 신호의 지터(jitter)를 감쇄하기 위한 필터 지수를 설정
	srf 1	32	
	srf 2	64	
	srf 3	128	
	srf 4	256	
	srf 5	512	

Table 8.1 Commands related to Rescaler Mode

8.1.4 Trigger Statistics

Trigger Statistics 기능을 통해 카메라에 입력되는 트리거 신호와 Trigger Rescaler 를 통해 변환된 트리거 신호를 확인할 수 있습니다.

Configurator 에서 제공하는 Trigger Statistics 파라미터는 다음과 같습니다.

Configurator Parameters		Value	Description
Trigger Statistics	InputTriggerRate	-	카메라에 입력되는 트리거 신호의 속도 표시(Hz)
	InputTriggerRateHighest	-	카메라에 입력되는 트리거 신호의 최대 속도 표시(Hz)
	InputTriggerJitter	-	카메라에 입력되는 트리거 신호의 지터(jitter) 표시(%)
	InputTriggerDuration	-	카메라에 입력되는 트리거 신호의 펄스 폭 표시(μ s)
	RescaledTriggerRate	-	Trigger Rescaler 를 통해 변환된 트리거 신호의 속도 표시(Hz)
	RescaledTrigger Jitter	-	Trigger Rescaler 를 통해 변환된 트리거 신호의 지터(jitter) 표시(%)

Table 8.2 Trigger Statistic Parameters

8.2 허용 가능한 최대 Line Rate

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

- Camera Link Tap Configuration(Tap Mode) 설정.
카메라를 더 많은 Tap 을 사용하도록 설정하면 카메라에서 획득한 라인 영상을 사용자 컴퓨터의 Camera Link Frame Grabber 로 전송하는 시간이 더 적게 걸립니다. 예를 들어, Tap Mode 파라미터를 8 Tap(Camera Link Full Configuration)으로 설정하면, 4 Tap(Camera Link Medium Configuration)으로 설정했을 때 보다 2 배 더 빠른 속도로 카메라에서 데이터를 전송합니다.

M72 마운트를 지원하는 VT CL 카메라 모델별 허용 가능한 최대 line rate 는 다음과 같습니다.

Tap Mode	VT-4K7C / VT-4K14C	VT-9K7C	VT-12K5C	VT-18K3.5C
2 Tap	41.3 khz	19.0 khz	13.5 khz	9.5 khz
4 Tap	82.1 khz	38.0 khz	27.1 khz	19.0 khz
8 Tap	125.0 khz	75.7 khz	54.2 khz	38.0 khz
10 Tap	125.0 khz	94.5 khz	67.6 khz	47.4 khz

Tap Mode 를 4 Tap(CL Medium), 8 Tap(CL Full) 및 10 Tap(CL Full)으로 설정한 경우 두 개의 Camera Link 케이블을 사용하여 카메라와 Camera Link Frame Grabber 를 연결해야 합니다.

Table 8.3 M72 mount 지원 VT CL 카메라 모델별 허용 가능한 최대 Line Rate

M42 마운트를 지원하는 VT CL 카메라 모델별 Pixel Clock 85 Mhz에서 허용 가능한 최대 Line Rate 는 다음과 같습니다.

Tap Mode	VT-3K7C	VT-4K5C	VT-6K3.5C
2 Tap	52.8 khz	36.5 khz	25.8 khz
4 Tap	100.0 khz	72.7 khz	51.5 khz
8 Tap	100.0 khz	100.0 khz	100.0 khz
10 Tap	100.0 khz	100.0 khz	100.0 khz

Tap Mode 를 4 Tap(CL Medium), 8 Tap(CL Full) 및 10 Tap(CL Full)으로 설정한 경우 두 개의 Camera Link 케이블을 사용하여 카메라와 Camera Link Frame Grabber 를 연결해야 합니다.

Table 8.4 M42 mount 지원 VT CL 카메라 모델별 허용 가능한 최대 Line Rate

9 Camera Features

9.1 Operation Mode

VT Camera Link 카메라는 **Area** 또는 **TDI**(Time Delay and Integration) 두 가지 모드로 작동할 수 있습니다.

Area 모드에서 카메라는 2 차원 픽셀 배열을 사용하여 영상을 획득하는 Area Scan 카메라와 동일하게 작동합니다. 이 모드는 검사 대상 위치와 카메라를 정렬하는 데 유용합니다.

TDI 모드에서 카메라는 고감도 Line Scan 카메라로 작동하고, 일반 Line Scan 카메라 대비 최대 256 배의 향상된 감도로 영상을 획득할 수 있습니다.

Operation Mode 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Configurator Parameter	Command	Value	Description
Operation Mode	som 0	TDI	카메라를 TDI 모드로 작동
	som 1	Area	카메라를 Area 모드로 작동

Table 9.1 Commands related to Operation Mode

9.2 TDI Stages

TDI 모드에서는 **TDI Stages** 파라미터를 사용하여 카메라에서 사용할 Integration Stage 수를 결정할 수 있습니다. 예를 들어, 카메라에서 256 개의 TDI Stage 를 사용하도록 설정하면 256 배 향상된 감도로 영상을 획득할 수 있습니다.

Area 모드에서 **TDI Stages** 파라미터는 영상 센서의 높이(Height)를 결정합니다. 예를 들어, VT-18K3.5C-H40A-256 모델에서 **Operation Mode** 를 **Area** 로 설정하고 **TDI Stages** 를 **256** 으로 설정하면 17824 × 256 Area 영상을 획득할 수 있습니다.

TDI Stage 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Configurator Parameter	Command	Value	Description
TDI Stages	std 1	16	TDI Stage 수를 16 로 설정
	std 2	32	TDI Stage 수를 32 로 설정
	std 3	48	TDI Stage 수를 48 으로 설정
	std 4	64	TDI Stage 수를 64 로 설정

Table 9.2 Commands related to TDI Stages (VT-4K14C)



VT-4K14C-H120 의 경우, 위 TDI Stage 값이 각각 32, 64, 96, 128 로 나타납니다. 그런데 이를 선택하면 실제로는 16, 32, 48, 64 stage 로 동작합니다.

Configurator Parameter	Command	Value	Description
TDI Stages	std 1	32	TDI Stage 수를 32 로 설정
	std 2	64	TDI Stage 수를 64 로 설정
	std 3	96	TDI Stage 수를 96 으로 설정
	std 4	128	TDI Stage 수를 128 로 설정

Table 9.3 Commands related to TDI Stages (VT-3K7C/VT-4K7C/VT-9K7C)

Configurator Parameter	Command	Value	Description
TDI Stages	std 1	64	TDI Stage 수를 64 로 설정
	std 2	128	TDI Stage 수를 128 로 설정
	std 3	192	TDI Stage 수를 192 로 설정
	std 4	256	TDI Stage 수를 256 으로 설정

Table 9.4 Commands related to TDI Stages (VT-4K5C/VT-6K3.5C/VT-12K5C/VT-18K3.5C)

모델별 설정 가능한 TDI Stage 수는 다음과 같습니다.

Camera Model	Available TDI Stage Values
VT-3K7C-E100A-32	32
VT-3K7C-H100A-128	32 / 64 / 96 / 128
VT-4K5C-E100A-64	64
VT-4K5C-H100A-256	64 / 128 / 192 / 256
VT-4K7C-E120A-32	32
VT-4K7C-H120A-128	32 / 64 / 96 / 128
VT-4K14C-E120A-16	16
VT-4K14C-H120A-64	32 / 64 / 96 / 128
VT-6K3.5C-E100A-64	64
VT-6K3.5C-H100A-256	64 / 128 / 192 / 256
VT-9K7C-E80A-32	32
VT-9K7C-H80A-128	32 / 64 / 96 / 128
VT-12K5C-E60A-64	64
VT-12K5C-H60A-256	64 / 128 / 192 / 256
VT-18K3.5C-E40A-64	64
VT-18K3.5C-H40A-256	64 / 128 / 192 / 256

Table 9.5 카메라 모델별 설정 가능한 TDI Stage 수



VT-4K14C-H120의 경우, 위 TDI Stage 값이 각각 32, 64, 96, 128로 나타납니다. 그런데 이를 선택하면 실제로는 16, 32, 48, 64 stage로 동작합니다.

9.3 Direction

TDI 모드에서는 **Direction** 파라미터를 사용하여 영상 센서의 스캔 방향을 선택할 수 있습니다. 라인 영상을 획득할 물체가 카메라의 아랫부분을 먼저 지나가고, 그 다음 카메라의 윗부분을 지나가는 경우에는 **Forward** 모드를 사용해야 합니다. 반대로 라인 영상을 획득할 물체가 카메라의 윗부분을 먼저 지나가고, 그 다음 카메라의 아랫부분을 지나가는 경우에는 **Reverse** 모드를 사용해야 합니다. 또한, **Direction** 을 **Line 1** 로 설정하면 카메라의 컨트롤 입/출력 단자 2번 핀에 주입되는 외부에서 생성한 전기 신호(Low = Forward, High = Reverse)를 통해서 스캔 방향을 제어할 수 있습니다.

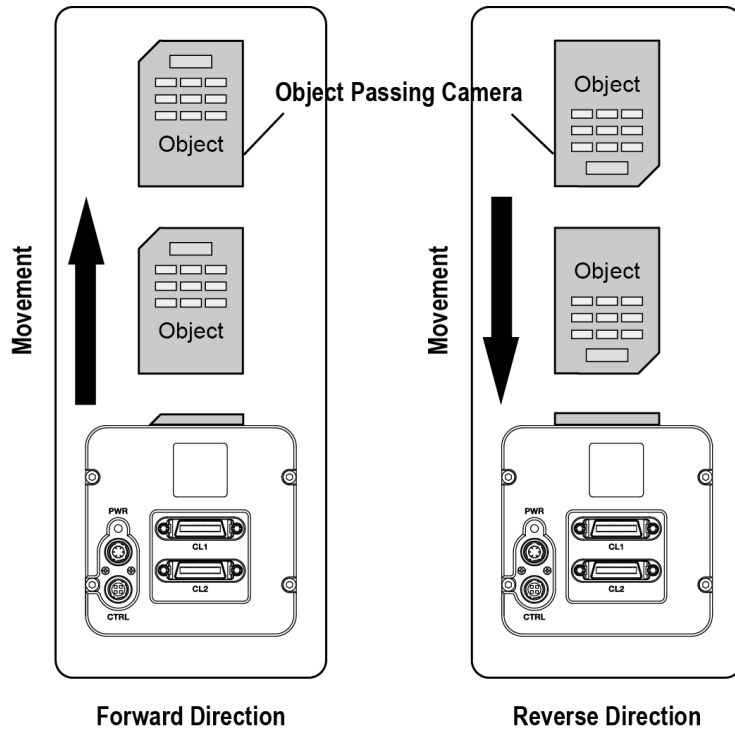


Figure 9.1 Direction

Configurator Parameter	Command	Value	Description
Direction	ssd 0	Forward	Forward 방향으로 영상 스캔
	ssd 1	Reverse	Reverse 방향으로 영상 스캔
	ssd 2	Line 1	외부 신호를 통해서 스캔 방향 제어

Table 9.6 Commands related to Direction

Area 모드에서 **Direction** 파라미터를 **Reverse** 로 설정하면 수직으로 방향이 바뀐 영상을 얻을 수 있습니다.

9.4 Region of Interest

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

ROI 는 센서 열의 왼쪽 끝을 기준으로 하고, ROI 의 위치와 크기는 **Offset X** 및 **Width** 설정에 따라 정의됩니다. 예를 들어, Offset X 를 16 으로 설정하고 Width 를 256 으로 설정하면 다음 그림과 같이 ROI 를 설정합니다. 이 경우, 카메라는 16 부터 271 까지의 픽셀을 readout 하고 전송합니다.

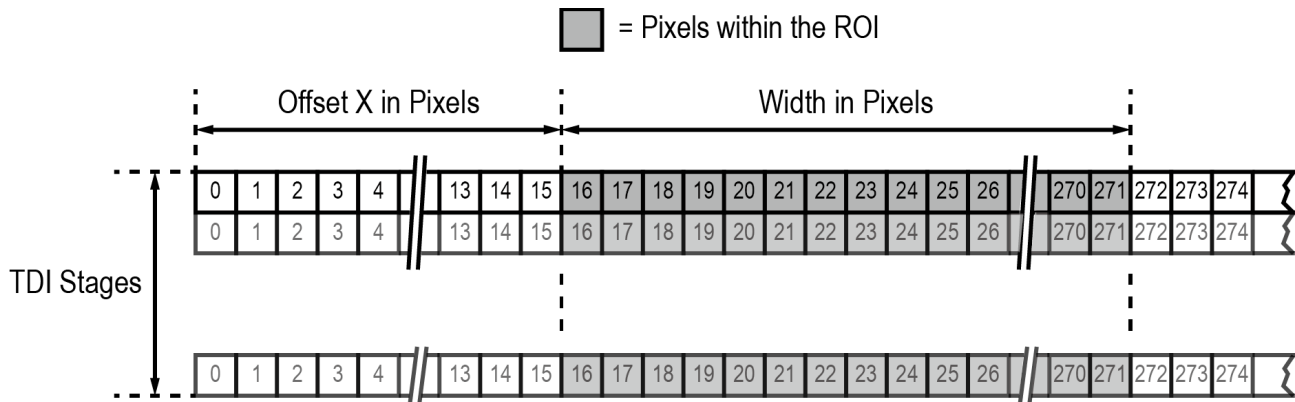


Figure 9.2 Region of Interest

9.4.1 ROI 설정

기본적으로 ROI 는 카메라 센서의 전체 해상도를 사용하도록 설정되어 있습니다. 카메라의 Offset X 및 Width 를 변경하여 ROI 의 크기와 위치를 변경할 수 있습니다.

카메라의 ROI 를 설정할 때에는 다음 사항을 염두에 두어야 합니다.

- Offset X 와 Width 설정 값의 합이 카메라 센서 폭을 초과하면 안 됩니다. 예를 들어, VT-12K5C 모델의 경우, Offset X 와 Width 설정 값의 합이 12480 을 초과해서는 안 됩니다.
- Offset X 는 0 부터 16 의 배수로 설정해야 하고, Width 는 최소 256 부터 16 의 배수로 설정해야 합니다.



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

M72 마운트 지원 VT CL 모델에서 ROI 설정에 따른 허용 가능한 최대 Line Rate 는 다음과 같습니다.

Width	VT-4K7C / VT-4K14C	VT-9K7C	VT-12K5C	VT-18K3.5C
4096	125.0 kHz	125.0 kHz	100.0 kHz	80.0 kHz
6000	-	112.1 kHz	100.0 kHz	80.0 kHz
8192	-	82.3 kHz	82.3 kHz	80.0 kHz
8912	-	75.7 kHz	75.7 kHz	75.7 kHz
12000	-	-	56.3 kHz	56.3 kHz
12480	-	-	54.2 kHz	54.2 kHz
16384	-	-	-	41.3 kHz
17824	-	-	-	38.0 kHz

Table 9.7 ROI 설정에 따른 허용 가능한 최대 Line Rate (M72 Mount - 8 Tap Mode @ 85MHz)

M42 마운트 지원 VT CL 모델에서 ROI 설정에 따른 허용 가능한 최대 Line Rate 는 다음과 같습니다.

Width	VT-3K7C	VT-4K5C	VT-6K3.5C
1024	100.0 kHz	100.0 kHz	100.0 kHz
2048	82.3 kHz	82.3 kHz	82.3 kHz
3200	52.8 kHz	52.8 kHz	52.8 kHz
4096	-	41.3 kHz	41.3 kHz
4640	-	36.5 kHz	36.5 kHz
6560	-	-	25.8 kHz

Table 9.8 ROI 설정에 따른 허용 가능한 최대 Line Rate (M42 Mount - 2 Tap Mode @ 85MHz)



허용 가능한 최대 line rate 로 영상을 획득하려면 카메라의 Tap Mode 를 10 Tap(Camera Link Full Configuration)으로 설정해야 합니다. 이 경우 두 개의 Camera Link 케이블을 사용하여 카메라와 Camera Link Frame Grabber 를 연결해야 합니다.

9.5 Binning

Binning 기능은 인접한 픽셀의 값을 더해서 축적하므로 더 빠른 속도로 이동하는 대상의 영상 획득이 가능하고, 영상의 해상도는 감소시키는 효과를 갖습니다. Binning 기능은 렌즈 및 조명의 변경 없이 더 낮은 해상도를 갖는 대상의 라인 영상을 획득해야 할 때 유용합니다.

Horizontal Binning

Binning Horizontal 파라미터를 $\times 2$ 로 설정하면, 감도는 증가하고 해상도는 감소합니다.

Vertical Binning

Binning Vertical 파라미터를 $\times 2$ 로 설정하면, 더 빠른 속도로 이동하는 대상의 영상을 획득할 수 있고, 해상도는 감소합니다.

Binning 기능 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Configurator Parameters	Command	Value	Description
Binning H	sbh 1	$\times 1$	Horizontal Binning 해제
	sbh 2	$\times 2$	수평 방향으로 더할 픽셀 수를 2 로 설정
Binning V	sbv 1	$\times 1$	Vertical Binning 해제
	sbv 2	$\times 2$	수직 방향으로 더할 픽셀 수를 2 로 설정

Table 9.9 Commands related to Binning



Binning 기능은 VT-3K7C, VT-4K5C, VT-4K7C, VT-6K3.5C, VT-9K7C, VT-12K5C 및 VT-18K3.5C 모델에서만 사용할 수 있습니다.

9.6 Data Bit

카메라는 내부적으로 12 bit 단위로 처리합니다. **Data Bit** 파라미터를 사용하여 카메라에서 전송하는 영상 데이터의 pixel format 을 결정할 수 있습니다.

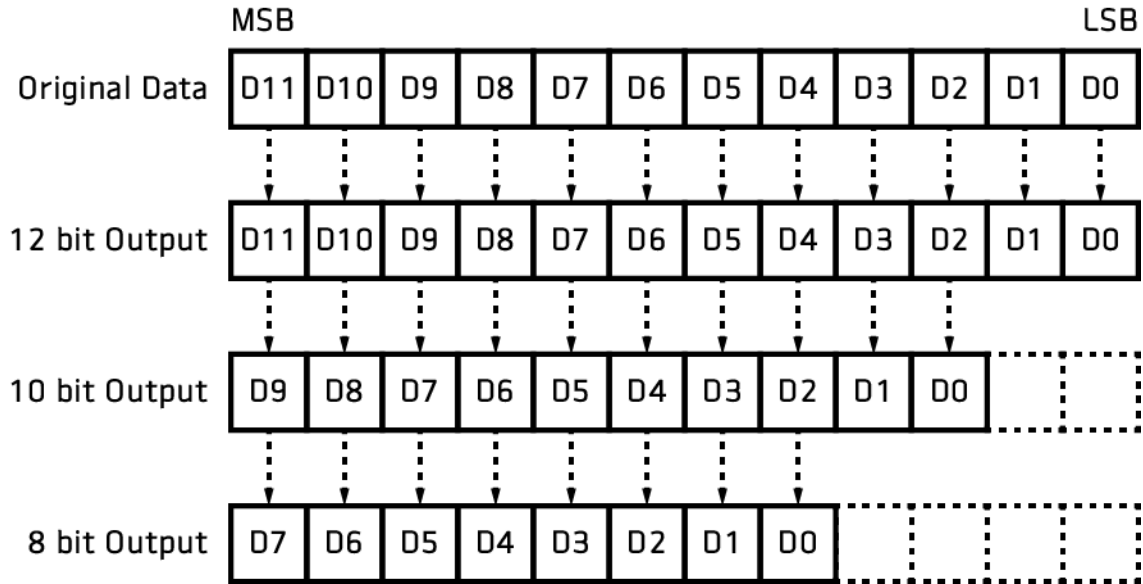


Figure 9.3 Data Bit

Data Bit 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Configurator Parameter	Command	Value	Description
Data Bit	sdb 8	8 bit	Data Bit 를 8 bit 로 설정
	sdb 10	10 bit	Data Bit 를 10 bit 로 설정
	sdb 12	12 bit	Data Bit 를 12 bit 로 설정

Table 9.10 Command related to Data Bit

9.7 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. 원하는 Gain Control 파라미터를 선택합니다.
2. 선택한 Gain 파라미터를 원하는 값으로 설정합니다.

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

1. Black Level 파라미터를 원하는 값으로 설정합니다.
2. Pixel Format 파라미터 설정 값에 따라서 설정 값 범위가 달라집니다.

Gain 및 Black Level 설정 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Configurator Parameters	Command	Value	Description
Analog Gain	sag 1, 2, 3, 4	×1, ×2, ×3, ×4	Analog Gain 값 설정
Digital Gain	sdg f	×1.0 ~ ×8.0	Digital Gain 값 설정 f: Float, 0 ~ 18 dB
Black Level	sdbl n	-255 ~ 255	Black Level 값 설정 n: Integer

Table 9.11 Commands related to Gain and Black Level

9.8 Optical Black Clamp

Optical Black Clamp 기능을 사용하면 센서 온도 변화로 인한 픽셀값의 변화를 보정할 수 있습니다. 해당 기능을 사용하면 VT-4K5C 카메라는 실시간으로 온도 변화에 따른 Offset 을 제거하여 온도에 의한 픽셀 레벨 변화를 최소화합니다.

Optical Black Clamp 설정 관련 XML 파라미터는 다음과 같습니다.

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

Table 9.12 XML Parameters related to Optical Black Clamp



Optical Black Clamp 기능은 VT-4K5C 모델에서만 사용할 수 있습니다.

9.9 LUT

LUT(Lookup Table) 기능을 통해 원래의 영상 값을 임의의 레벨 값으로 변환할 수 있습니다.

Luminance

각 레벨 값에 대해 일대일 매핑되기 때문에 임의의 12bit 입력에 대해 임의의 12bit 출력을 연결할 수 있습니다. LUT 는 4096 개(0~4095)의 입력 값을 갖는 테이블 형태로 구성되어 있고, 카메라는 LUT 데이터 저장용으로 하나의 non-volatile 공간을 제공합니다. 사용자는 LUT 적용 여부를 선택할 수 있습니다. 카메라에 LUT 데이터를 다운로드하는 방법은 [Appendix B](#) 를 참고하십시오.

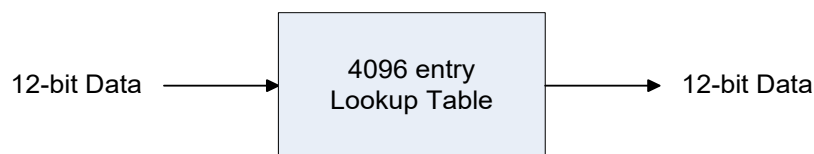


Figure 9.4 LUT Block

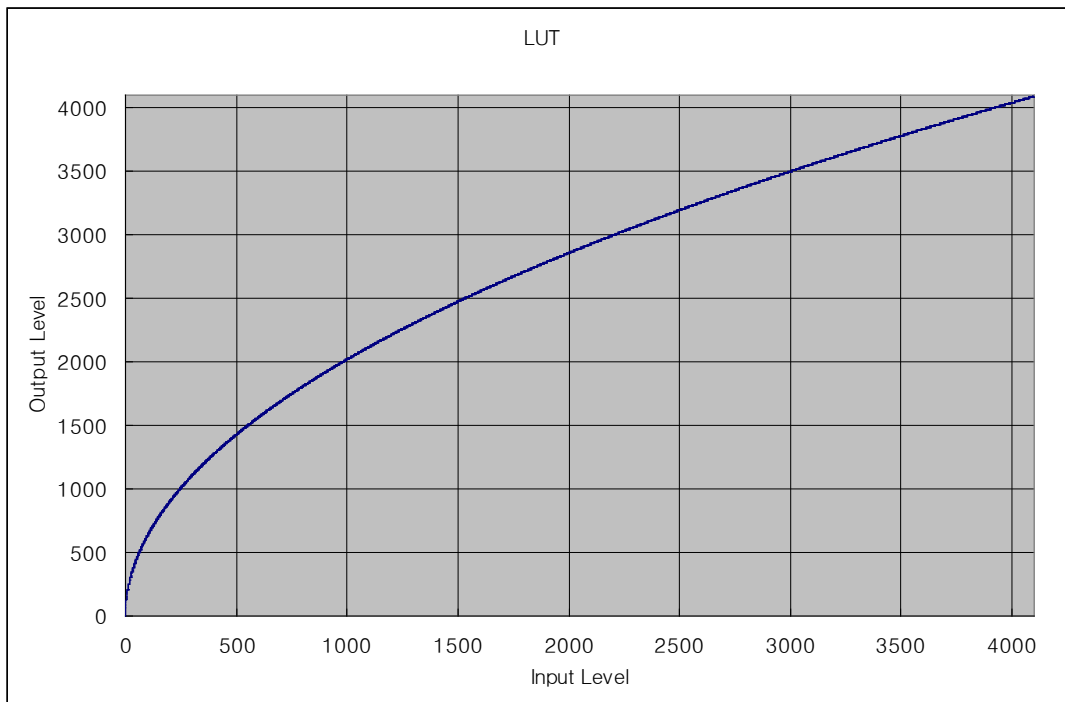


Figure 9.5 Gamma 0.5일 때의 LUT

LUT 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Configurator Parameters	Command	Value	Description
LUT	sls 0	Off	LUT 기능 해제
	sls 1	On	LUT 기능 적용

Table 9.13 Commands related to LUT

9.10 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, VT Camera Link 카메라는 이러한 DSNU를 보정할 수 있는 기능을 제공합니다.

DSNU 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Configurator Parameters	Command	Value	Description
Generate All	gdda	-	각 Analog Gain 설정 값($\times 1$, $\times 2$, $\times 3$, $\times 4$)에 대해 각각의 DSNU 데이터를 생성하고 저장
Generate	gdd	-	DSNU 데이터 생성
Save to Flash	sdd	-	생성한 DSNU 데이터를 비휘발성 메모리에 저장합니다. <ul style="list-style-type: none"> Generate 로 생성한 데이터는 휘발성 메모리에 저장되기 때문에 카메라의 전원을 껐다 켜 후 해당 데이터를 사용하려면 비휘발성 메모리에 저장해야 합니다.
Load from Flash	ldd	-	비휘발성 메모리에 저장되어 있는 DSNU 데이터를 휘발성 메모리로 불러옵니다.

Table 9.14 Commands related to DSNU

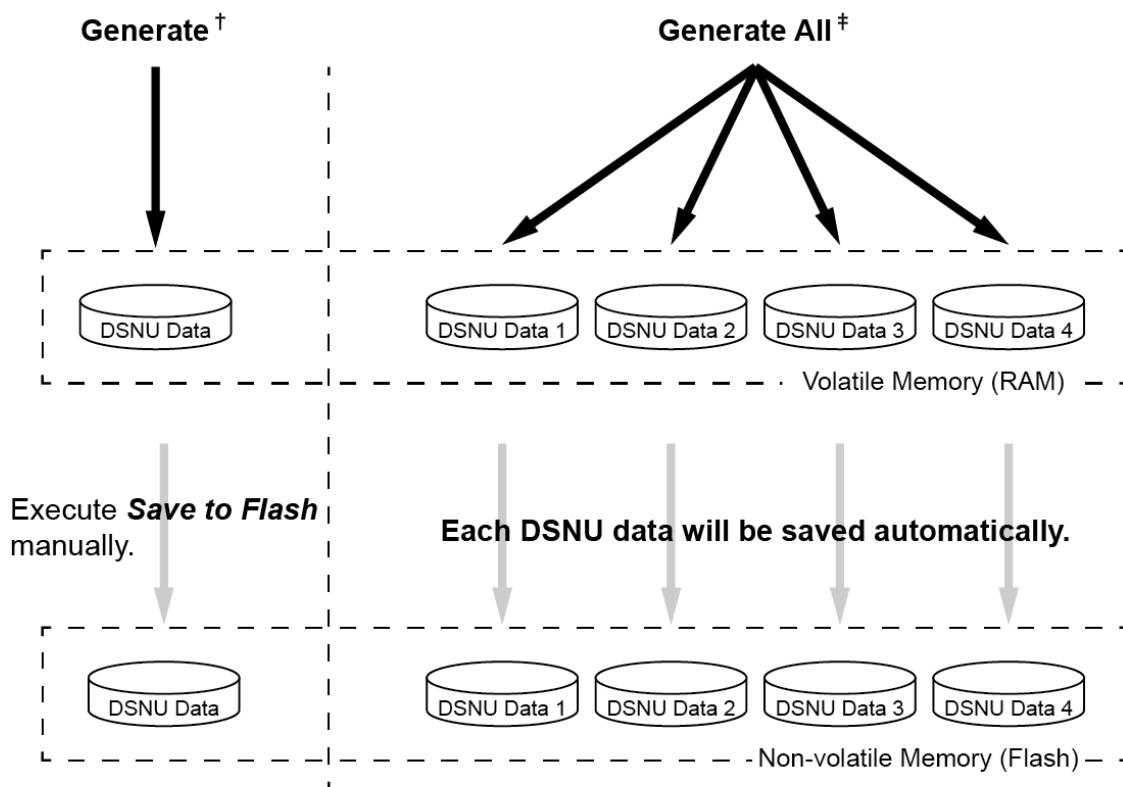
9.10.1 사용자 DSNU 보정 값 생성 및 저장

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



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

1. 카메라에서 DSNU 보정 값을 생성할 때에는 전체 센서를 사용합니다. 따라서, 영상 센서의 전체 길이를 사용하도록 ROI 를 설정하는 것이 좋습니다.
2. 카메라 렌즈를 덮거나 렌즈의 조리개를 닫고, 암실 등과 같은 완전히 어두운 환경에서 라인 영상을 획득하도록 합니다.
3. 카메라를 Free-Run 모드로 설정하거나 외부 트리거 신호를 적절히 공급하여 라인 영상 획득을 시작합니다.
4. DSNU 보정 값을 생성합니다.
 - **Generate** 명령을 실행하여 DSNU 데이터를 생성하려면 5 번 단계를 진행하십시오.
 - **Generate All** 명령을 실행하여 DSNU 데이터를 생성하려면 6 번 단계를 진행하십시오.
5. **Generate** 명령을 실행하는 경우
 - a. 현재 Analog Gain 설정 값에 따른 DSNU 데이터를 생성합니다. 이 경우 카메라는 최소 1024 번의 라인 영상을 획득해야 합니다.
 - b. 라인 영상 획득을 완료하면, 생성한 DSNU 보정 값은 활성화되고, 카메라의 휘발성 메모리에 저장됩니다.
 - c. 생성한 DSNU 보정 값을 카메라의 Flash(비휘발성) 메모리에 저장하려면 **Save to Flash** 명령을 실행합니다. 이 경우 메모리에 저장된 현재 Analog Gain 설정 값에 따른 기존 DSNU 값을 덮어쓰게 됩니다.
6. **Generate All** 명령을 실행하는 경우
 - a. 각 Analog Gain 설정 값($\times 1$, $\times 2$, $\times 3$, $\times 4$)에 대한 DSNU 데이터를 생성한 후 자동으로 **Save to Flash** 명령을 실행합니다. 이 경우 카메라는 최소 4096 번의 라인 영상을 획득해야 합니다.
 - b. 라인 영상 획득을 완료하면, 현재 Analog Gain 설정 값에 따라서 생성한 DSNU 보정 값이 활성화됩니다.
7. Analog Gain 설정 값을 변경하거나 Flash 메모리에 있는 기존 값을 불러오려면 **Load from Flash** 명령을 실행합니다.



† . The camera generates **DSNU data** according to **the current Analog Gain setting**.

‡ . The camera generates **four different DSNU data** according to **the Analog Gain setting values**.

Figure 9.6 DSNU 보정 값 생성 및 저장

9.11 Photo Response Non-uniformity Correction

이론적으로 밝은 환경에서 라인 스캔 카메라로 균일하게 밝은 대상을 영상으로 획득하면 영상의 모든 픽셀 값은 거의 최대 grey 값이거나 모두 같아야 합니다. 하지만 센서 내 각 픽셀의 작은 성능 차이, 렌즈 및 조명의 변화 등으로 인해 카메라에서 출력되는 각 픽셀 값은 다를 수 있습니다. 이러한 차이를 PRNU(Photo Response Non-uniformity)라고 하고, VT Camera Link 카메라는 이러한 PRNU 를 보정할 수 있는 기능 및 5 개의 PRNU 저장 공간을 제공합니다.

PRNU 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Configurator Parameters	Command	Value	Description
PRNU Correction	sprnu 0	Off	PRNU Correction 기능 해제
	sprnu 1	On	PRNU Correction 기능 설정
PRNU Selector	spi 0, 1, 2, 3, 4	0/1/2/3/4	PRNU 데이터를 저장 또는 불러올 영역 설정
AUTO	gpd 0	-	선택하면 PRNU Target Level 을 자동으로 지정
Target	-	1 ~ 255	PRNU Target Level 설정
Generate	gpd n	0 ~ 255	PRNU 데이터 생성 0: Auto, 1 ~ 255: PRNU Target Level 설정
Save to Flash	spd	-	생성한 PRNU 데이터를 비휘발성 메모리에 저장합니다. <ul style="list-style-type: none"> Generate 로 생성한 데이터는 휘발성 메모리에 저장되기 때문에 카메라의 전원을 껐다 켜 후 해당 데이터를 사용하려면 비휘발성 메모리에 저장해야 합니다.
Load from Flash	lpd	-	비휘발성 메모리에 저장되어 있는 PRNU 데이터를 휘발성 메모리로 불러옵니다.

Table 9.15 Commands related to PRNU

9.11.1 사용자 PRNU 보정 값 생성 및 저장

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



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

1. 카메라에서 PRNU 보정 값을 생성할 때에는 전체 센서를 사용합니다. 따라서, 영상 센서의 전체 길이를 사용하도록 ROI 를 설정하는 것이 좋습니다.
2. 흰색 균일한 대상을 카메라의 관측 시야 내에 놓습니다. 실제 사용 환경에 맞게 렌즈, 조명, line rate 등을 조절합니다. 이때, 영상의 디지털 출력 레벨이 100 – 200(Gain: 1.00 at 8 bit) 사이의 값이 되도록 하는 것이 좋습니다.
3. 카메라를 Free-Run 모드로 설정하거나 외부 트리거 신호를 적절히 공급하여 라인 영상 획득을 시작합니다.
4. Target Level 을 지정합니다.
 - Target Level 을 자동으로 지정하려면 **AUTO** 선택 상자를 선택합니다.
 - Target Level 을 수동으로 지정하려면 **AUTO** 선택 상자를 선택 해제하고 1 ~ 255 사이에서 원하는 값을 **Target** 입력 창에 입력합니다.
5. **Generate** 명령을 실행하여 PRNU 보정 값을 생성합니다.
6. PRNU 보정 값을 생성하려면 최소 1024 번의 라인 영상을 획득해야 합니다.
7. 라인 영상 획득을 완료하면, 생성한 PRNU 보정 값은 활성화되고 카메라의 휘발성 메모리에 저장됩니다.
8. 생성한 PRNU 보정 값을 카메라의 Flash(비휘발성) 메모리에 저장하려면 **PRNU Selector** 파라미터를 사용하여 저장 위치를 선택하고, **Save to Flash** 명령을 실행합니다. 메모리 내의 기존 값은 덮어쓰게 됩니다.
 생성한 PRNU 보정 값을 무시하고 Flash 메모리에 있는 기존 값을 불러오려면 **PRNU Selector** 파라미터를 사용하여 불러올 위치를 선택하고, **Load from Flash** 명령을 실행합니다.

9.12 Reverse X

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



Figure 9.7 원본 영상



Figure 9.8 Reverse X 영상

Reverse X 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Configurator Parameters	Command	Value	Description
Reverse X	shf 0	-	Reverse X 기능 해제
	shf 1	-	Reverse X 기능 설정

Table 9.16 Commands related to Reverse X

9.13 Camera Link Output

VT Camera Link 카메라는 2 Tap, 4 Tap, 8 Tap 및 10 Tap Camera Link 출력 모드를 지원합니다. Tap 개수는 Camera Link Pixel Clock 의 사이클당 출력되는 픽셀 데이터 수를 나타내며 이에 따라 Line Rate 가 달라집니다. Line 데이터는 아래 그림과 같이 Interleaved 방식으로 출력됩니다.

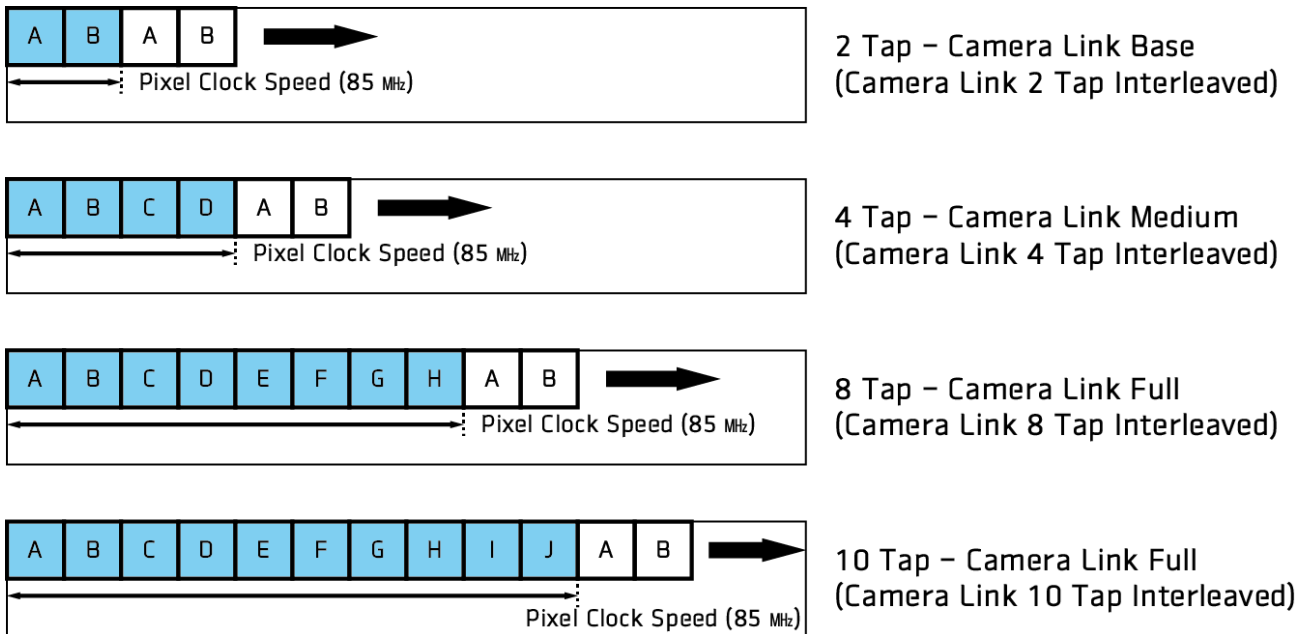


Figure 9.9 Camera Link Output Mode

Camera Link Output Mode 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Configurator Parameters	Command	Value	Description
Tap Mode	scl 0	2 Tap	Camera Link Output Mode 를 2 Tap 으로 설정
	scl 1	4 Tap	Camera Link Output Mode 를 4 Tap 으로 설정
	scl 2	8 Tap	Camera Link Output Mode 를 8 Tap 으로 설정
	scl 3	10 Tap	Camera Link Output Mode 를 10 Tap 으로 설정

Table 9.17 Commands related to Camera Link Output Mode

9.14 Strobe Mode

카메라의 컨트롤 입/출력 단자를 통해 펄스 신호를 출력할 수 있습니다. **Strobe Mode** 를 사용하여 카메라에서 출력하는 펄스 신호의 폭을 설정할 수 있습니다. 이 기능은 Strobe Controller 등의 다른 장비에 소스 신호를 공급하는 데 유용합니다.

Strobe Mode 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Configurator Parameters	Command	Value	Description
Strobe Mode	ssm 0	Off	Strobe Mode 기능 해제
	ssm 1	Timed	Strobe Duration 설정 값에 따라서 펄스 신호 출력
	ssm 2	Pulse Width	카메라에 입력된 트리거 신호와 동일한 펄스 폭의 신호 출력
	ssm 3	On	연속된 High 신호 출력
Strobe Inverter	ssp 0	-	선택 해제하면 출력 신호 반전 해제
	ssp 1	-	선택하면 출력 신호 반전
Strobe Duration	ssr f	1.00 ~ 1000.00	Strobe Mode 를 Timed 로 설정한 경우 펄스 신호의 폭을 1 μ s 단위로 설정
Strobe Delay	sto f	0.00 ~ 1000.00	현재 출력 신호에 1 μ s 단위로 delay 설정

Table 9.18 Commands related to Strobe Mode

9.15 Temperature Monitor

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

Command	Description
gct	섭씨 단위로 온도 표시

Table 9.19 Command related to Device Temperature

9.16 Status LED

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

Status LED	Descriptions
Steady Red	카메라 초기화 안 됨
Steady Green	영상 데이터 전송 대기 중
Fast Flashing Green	영상 데이터 획득 중임

Table 9.20 Status LED

9.17 Test Image

카메라의 정상적인 작동 여부를 확인하기 위해 영상 센서로부터 나오는 영상 데이터 대신 내부에서 생성한 테스트 영상을 출력하도록 설정할 수 있습니다. 테스트 영상은 모두 세 가지가 있으며, 각각 가로 방향으로 값이 다른 영상(Test #1), 대각 방향으로 값이 다른 영상(Test #2), 그리고 대각 방향으로 값이 다르고 움직이는 영상(Test #3)입니다.

Test Image 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Configurator Parameters	Command	Value	Description
Test Image	sti 0	Off	Test Image 기능 해제
	sti 1	Test #1	Test #1 로 설정
	sti 2	Test #2	Test #2 로 설정
	sti 3	Test #3	Test #3 으로 설정

Table 9.21 Command related to Test Image

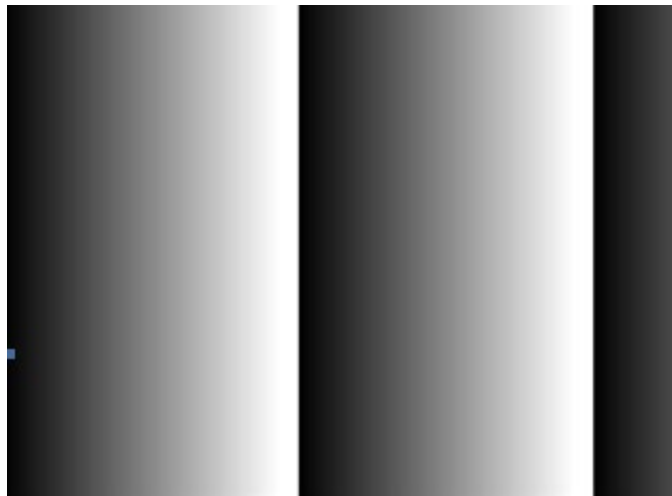


Figure 9.10 Test #1

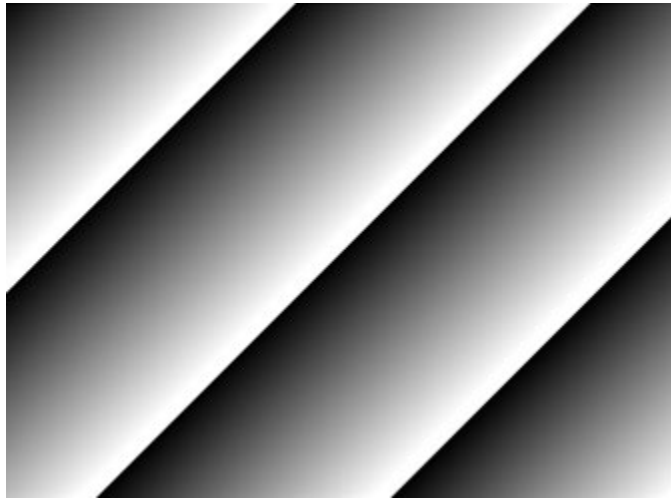


Figure 9.11 Test #2



Figure 9.12 Test #3



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

9.18 Pre-emphasis(M72 지원 VT Series Only)

VT Camera Link 카메라에서 제공하는 Pre-emphasis 기능을 통해 Camera Link 최대 Pixel Clock 85 MHz에서 연결 가능한 Camera Link 케이블 길이를 최대 10m 까지 확장할 수 있습니다.

Pre-emphasis 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Configurator Parameters	Command	Value	Description
Pre-emphasis	spe 0	Off	Pre-emphasis 기능 해제
	spe 1	On	Pre-emphasis 기능 설정

Table 9.22 Command related to Pre-emphasis

9.19 Camera Link Pixel Clock

VT CL 카메라에서는 Pixel Clock 을 선택하여 연결 가능한 Camera Link 케이블 길이를 확장하거나 Camera Link 대역폭을 조절할 수 있습니다. 일반적으로 Camera Link Pixel Clock 40 MHz에서 최대 15m 까지 확장할 수 있습니다.

Pixel Clock 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Configurator Parameters	Command	Value	Description
Pixel Clock (M72 Series)	sccs 0	47.5 MHz	Camera Link Pixel Clock 을 47.5 MHz로 설정.
	sccs 1	50 MHz	Camera Link Pixel Clock 을 50 MHz로 설정.
	sccs 2	52.5 MHz	Camera Link Pixel Clock 을 52.5 MHz로 설정.
	sccs 3	55 MHz	Camera Link Pixel Clock 을 55 MHz로 설정.
	sccs 4	57.5 MHz	Camera Link Pixel Clock 을 57.5 MHz로 설정.
	sccs 5	60 MHz	Camera Link Pixel Clock 을 60 MHz로 설정.
	sccs 6	62.5 MHz	Camera Link Pixel Clock 을 62.5 MHz로 설정.
	sccs 7	65 MHz	Camera Link Pixel Clock 을 65 MHz로 설정.
	sccs 8	67.5 MHz	Camera Link Pixel Clock 을 67.5 MHz로 설정.
	sccs 9	70 MHz	Camera Link Pixel Clock 을 70 MHz로 설정.
	sccs 10	72.5 MHz	Camera Link Pixel Clock 을 72.5 MHz로 설정.
	sccs 11	75 MHz	Camera Link Pixel Clock 을 75 MHz로 설정.
	sccs 12	77.5 MHz	Camera Link Pixel Clock 을 77.5 MHz로 설정.
	sccs 13	80 MHz	Camera Link Pixel Clock 을 80 MHz로 설정.
sccs 14	82.5 MHz	Camera Link Pixel Clock 을 82.5 MHz로 설정.	

	sccs 15	85 MHz	Camera Link Pixel Clock 을 85 MHz로 설정.
Pixel Clock (M42 Series)	sccs 0	40 MHz	Camera Link Pixel Clock 을 40 MHz로 설정.
	sccs 1	60 MHz	Camera Link Pixel Clock 을 60 MHz로 설정.
	sccs 2	80 MHz	Camera Link Pixel Clock 을 80 MHz로 설정.
	sccs 3	85 MHz	Camera Link Pixel Clock 을 85 MHz로 설정.

Table 9.23 Command related to Pixel Clock

9.20 Field Upgrade

카메라는 필드에서 카메라를 분해하지 않고 Camera Link 인터페이스를 통해 Firmware 와 FGPA 로직을 업그레이드하는 기능을 제공합니다. 자세한 내용은 [Appendix A](#) 를 참고하십시오.

10 Camera Configuration

10.1 설정 명령

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

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

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

명령어 포맷:

<명령어> <파라미터1> <파라미터2> <cr>

명령어 뒤에는 0~2개의 파라미터가 뒤따릅니다.

응답:

쓰기 명령 수행이 정상적으로 완료된 경우

OK <cr> <lf>

쓰기 명령 예)

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

Command: 73 65 74 20 31 30 30 0D

set 100<cr>

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

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

Echo result prompt

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

읽기 명령 예)

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

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

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

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

에러 코드의 종류

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

10.2 User Set Control

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

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

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

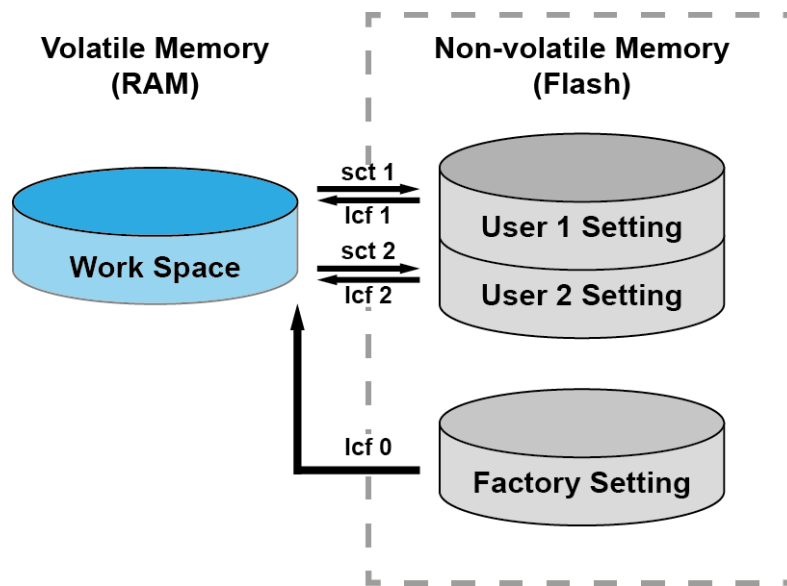


Figure 10.1 User Set Control

User Set 관련 명령어는 다음과 같습니다.

Configurator Parameters	Command	Value	Description
Load Setting	lcf 0	Factory Space	Factory Default Setting 을 카메라에 Load
	lcf 1	User 1 Space	User 1 Setting 을 카메라에 Load
	lcf 2	User 2 Space	User 2 Setting 을 카메라에 Load
Save Setting	sct 1	User 1 Space	현재 카메라 설정을 User 1 Setting 에 저장
	sct 2	User 2 Space	현재 카메라 설정을 User 2 Setting 에 저장
Start-Up	sci 0	Factory Setting	카메라 Reset 시 Factory Default Settings 적용
	sci 1	User 1 Setting	카메라 Reset 시 User 1 Setting 적용
	sci 2	User 2 Setting	카메라 Reset 시 User 2 Setting 적용

Table 10.1 Commands related to User Set Control

10.2.1 Factory Default 설정 값

VT Camera Link 카메라의 전원을 최초로 켜면 Factory Default 설정 값으로 설정되고, Factory Default 설정 값은 다음과 같습니다.

Configurator Parameters	Value
Operation Mode	TDI
Direction	Forward
TDI Stages	Maximum Integration Stages
Trigger Mode	Off
Test Image	None
Binning	×1
Data Bit	8
PRNU Correction	On
Tap Mode	8 Tap
Analog Gain	×1
Digital Gain	×1
Line Rate	35 kHz

Table 10.2 Factory Default Setting Values

10.3 Command List

VT Camera Link 카메라에서 제공하는 기능은 다음 명령어로 설정할 수 있습니다.

Command Syntax		Return Value	Description
Help	help	String	모든 명령어 표시
Set Offset X	sox n	OK	ROI 시작 지점의 X 좌표
Get Offset X	gox	n	n: X axis offset
Set Image Width	siw n	OK	ROI 폭, n: Width 값 <ul style="list-style-type: none"> VT3K7C: 256 ~ 3200 VT4K5C: 256 ~ 4640 VT-4K7C/14C: 256 ~ 4096 VT-6K3.5C: 256 ~ 6560 VT-9K: 256 ~ 8912 VT-12K: 256 ~ 12480 VT-18K: 256 ~ 17824
Get Image Width	giw	n	
Set Binning Horizontal	sbh 1 2	OK	수평 방향 Binning 설정 1: ×1 binning horizontal (No binning) 2: ×2 binning horizontal
Get Binning Horizontal	gbh	1 2	
Set Binning Vertical	sbv 1 2	OK	수직 방향 Binning 설정 1: ×1 binning vertical (No binning) 2: ×2 binning vertical
Get Binning Vertical	gbv	1 2	
Set Test Image	sti 0 1 2 3	OK	Test Image 설정 0: Test Image Off 1, 2: 고정된 패턴 영상 3: 움직이는 패턴 영상
Get Test Image	gti	0 1 2 3	
Set Scan Direction	ssd 0 1 2	OK	카메라 스캔 방향 설정 0: Forward 1: Reverse 2: Line 1 (External Port)
Get Scan Direction	gsd	0 1 2	
Set Data Bit	sdb 8 10 12	OK	Data Bit 설정 8: 8 bit output 10: 10 bit output 12: 12 bit output
Get Data Bit	gdb	8 10 12	

Table 10.3 Command List #1

Command Syntax		Return Value	Description
Set TDI Stage Get TDI Stage	std 1 2 3 4 gtd	OK 1 2 3 4	TDI Stage 개수 설정 1: 16 Stage 2: 32 Stage 3: 48 Stage 4: 64 Stage VT-4K14C
Set TDI Stage Get TDI Stage	std 1 2 3 4 gtd	OK 1 2 3 4	1: 32 Stage 2: 64 Stage 3: 96 Stage 4: 128 Stage VT-3K7C VT-4K7C VT-9K7C
Set TDI Stage Get TDI Stage	std 1 2 3 4 gtd	OK 1 2 3 4	1: 64 Stage 2: 128 Stage 3: 192 Stage 4: 256 Stage VT-4K5C VT-6K3.5C VT-12K5C VT-18K3.5C
Set Line Rate Get Line Rate	slr f glr	OK f	카메라의 Line Rate 설정 f: Line period (μ s) <Float>
Set Exposure Time Get Exposure Time	set n get	OK n	노출 시간 설정(Operation Mode = Area 일 때) n: 마이크로세컨드(μ s) 단위의 노출 시간
Set Trigger Mode Get Trigger Mode	stm 0 1 gtm	OK 0 1	Trigger Mode 설정 0: Free-Run 모드 1: Trigger Mode 활성화
Set Horizontal Flip Get Horizontal Flip	shf 0 1 ghf	OK 0 1	Reverse X 기능 설정 0: Reverse X 기능 해제 1: Reverse X 기능 활성화
Set Trigger Source Get Trigger Source	sts 1 5 gts	OK 1 5	Trigger Mode On 에서 소스 신호 지정 1: CC1 port (Camera Link) 5: External port (Line 1)
Set Trigger Activation Get Trigger Activation	sta 0 1 2 gta	OK 0 1 2	Trigger Mode On 에서 트리거 극성 지정 0: Falling 1: Rising 2: Both

Table 10.4 Command List #2

Command Syntax		Return Value	Description
Set Trigger Rescaler Mode Get Trigger Rescaler Mode	srm 0 1 grm	OK 0 1	Trigger Rescaler 기능 설정 0: Trigger Rescaler 기능 해제 1: Trigger Rescaler 기능 활성화
Set Trigger Rescaler Rate Get Trigger Rescaler Rate	srr f grr	OK F	Trigger Rescale Rate 설정 f: Rescaler rate <Float> (Setting range: 0.010 ~ 100.000)
Set Trigger Rescaler Filter Get Trigger Rescaler Filter	srf 0 1 2 3 4 5 grf	OK 0 1 2 3 4 5	Trigger Rescaler Noise Filter 설정 0: 16 1: 32 2: 64 3: 128 4: 256 5: 512
Set Operation Mode Get Operation Mode	som 0 1 gom	OK 0 1	카메라 운용 모드 설정 0: TDI 모드 1: Area 모드
Set Strobe Mode Get Strobe Mode	ssm 0 1 2 3 gsm	OK 0 1 2 3	Strobe 신호 출력 여부 설정 0: Off 1: Strobe Duration 설정 값에 따라서 펄스 신호 출력 2: 카메라에 입력된 트리거 신호와 동일한 펄스 폭의 신호 출력 3: 연속된 High 신호 출력
Set Strobe Inverter Get Strobe Inverter	ssp 0 1 gsp	OK 0 1	Strobe 신호 반전 여부 설정 0: Strobe 신호 반전 해제 1: Strobe 신호 반전
Set Strobe Delay Get Strobe Delay	sto f gto	OK f	Strobe 지연 설정 f: Strobe delay (μ s) <Float> (Setting range: 0.00 ~ 1000.00 μ s)
Set Strobe Duration Get Strobe Duration	ssr f gsr	OK f	ssm 1 명령어를 사용할 경우 펄스 신호의 폭을 마이크로세컨드 단위로 설정 f: Strobe duration (μ s) <Float> (Setting range: 1.00 ~ 1000.00 μ s)

Table 10.5 Command List #3

Command Syntax		Return Value	Description
Set Analog Gain	sag 1 2 3 4	OK	Analog Gain 설정
Get Analog Gain	gag	1 2 3 4	1/2/3/4: Analog gain (×1, ×2, ×3, ×4)
Set Digital Gain	sdg f	OK	Digital Gain 설정
Get Digital Gain	gdg	f	f: Digital gain <Float> (Setting Range: 1.000 ~ 8.000)
Set Black Level	sdbl n	OK	Black Level 설정
Get Black Level	gdbl	n	n: Black level (Setting Range: -255 ~ 255)
Generate DSNU Data All	gdda	OK	각 Analog Gain 설정 값에 대해 각각의 DSNU 데이터 생성 및 저장
Generate DSNU Data	gdd	OK	현재 Analog Gain 설정 값에 대해 DSNU 데이터 생성
Save DSNU Data	sdd	OK	DSNU 데이터를 비휘발성 메모리에 저장
Load DSNU Data	ldd	OK	비휘발성 메모리에 저장되어 있는 DSNU 데이터를 휘발성 메모리로 불러오기
Set DSNU Transform	sdt n1 (n2) v1	OK	DSNU 보정 값에 추가 보정 수행 n1: 시작 픽셀의 X 좌표 n2: 끝 픽셀의 X 좌표 v1: 지정 영역에 더할 Black Level 값 (-255 ~ 255)
Set DSNU Coefficient	sdc n f1	OK	DSNU 보정 계수 설정 및 조회
Get DSNU Coefficient	sdc n1 n2 f1 gdc n1 (n2)	f1	n: 설정할 픽셀의 X 좌표 n1: 시작 픽셀의 X 좌표 n2: 끝 픽셀의 X 좌표 f1: DSNU 보정 계수 (Black Level = 0.1 ~ 4095)

Table 10.6 Command List #4

Command Syntax		Return Value	Description
Set LUT Select Get LUT Select	sls 0 1 gls	OK 0 1	LUT 기능 설정 0: LUT 기능 해제 1: LUT 기능 적용
Generate PRNU Data	gpd n	OK	PRNU 데이터 생성 n: Target level (Setting Range: 1 ~ 255, 0: 자동 설정)
Set PRNU Mode Get PRNU Mode	sprnu 0 1 gprnu	OK 0 1	PRNU Correction 기능 설정 0: PRNU Correction 기능 해제 1: PRNU Correction 기능 활성화
Save PRNU Data	spd	OK	PRNU 데이터를 비휘발성 메모리에 저장
Load PRNU Data	lpd	OK	비휘발성 메모리에 저장되어 있는 PRNU 데이터를 휘발성 메모리로 불러오기
PRNU Selector	spi 0 1 2 3 4 gpi	OK 0 1 2 3 4	PRNU 데이터를 저장 또는 불러올 영역 설정 0/1/2/3/4: PRNU 데이터 저장 영역
Set PRNU Transform	spt n1 (n2) f1	OK	PRNU 보정 값에 추가 보정 수행 n1: 시작 픽셀의 X 좌표 n2: 끝 픽셀의 X 좌표 f1: 지정 영역에 곱할 Gain 값 (0.1 ~10.0)
Set PRNU Coefficient Get PRNU Coefficient	spc n f1 spc n1 n2 f1 gpc n1 (n2)	OK f1	PRNU 보정 계수 설정 및 조회 n: 설정할 픽셀의 X 좌표 n1: 시작 픽셀의 X 좌표 n2: 끝 픽셀의 X 좌표 f1: PRNU 보정 계수 (Gain 값 = 0.1 ~10.0)
Set Camera Link mode Get Camera Link mode	scl 0 1 2 3 gcl	OK 0 1 2 3	Camera Link Output 모드 설정 0: 2 Tap 1: 4 Tap 2: 8 Tap 3: 10 Tap

Table 10.7 Command List #5

Command Syntax		Return Value	Description
Set Pre-emphasis mode Get Pre-emphasis mode	spe 0 1 gpe	OK 0 1	Pre-emphasis 기능 설정 0: Pre-emphasis 기능 해제 1: Pre-emphasis 기능 활성화
Set Camera Link Clock Speed Get Camera Link Clock Speed	sccs 0 1 2 3 gccs	OK 0 1 2 3	Camera Link Pixel Clock 설정 0: 40 MHz 1: 60 MHz 2: 80 MHz 3: 85 MHz
Load Config From	lcf 0 1 2	OK	카메라 설정 값 불러오기 0: Factory 영역에서 불러오기 1: User 1 영역에서 불러오기 2: User 2 영역에서 불러오기
Save Config To	sct 1 2	OK	카메라 설정 값 저장 1: User 1 영역에 저장 2: User 2 영역에 저장
Set Config Initialization Get Config Initialization	sci 0 1 2 gci	OK 0 1 2	카메라 reset 시 적용할 설정 값 지정 0: 카메라 reset 시 Factory 기본 값 적용 1: 카메라 reset 시 User 1 설정 값 적용 2: 카메라 reset 시 User 2 설정 값 적용
Get MCU Version	gmv	String	카메라 MCU 버전 표시
Get Model Number	gmn	String	카메라 모델 이름 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
Reset	rst	-	카메라 reset

Table 10.8 Command List #6

11 Configurator GUI

Configurator 는 VT Camera Link 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.

11.1 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.

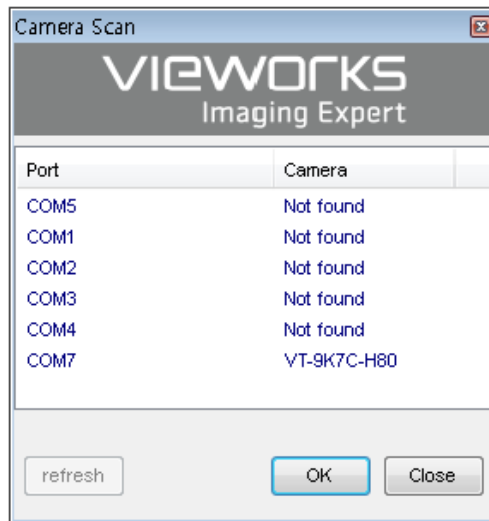


Figure 11.1 Configurator Loading Window

11.2 메뉴

11.2.1 File

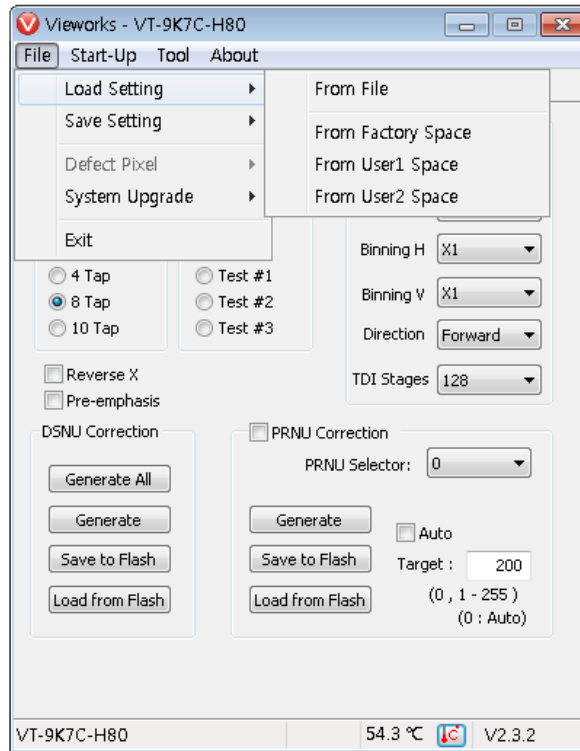


Figure 11.2 File 메뉴

- **Load Setting:** 카메라의 설정 값을 불러옵니다. 사용자 컴퓨터의 파일 또는 카메라 내부의 설정 값 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.
- **System Upgrade:** MCU 또는 FPGA 로직을 업그레이드합니다.
- **Exit:** 프로그램을 종료합니다.

11.2.2 Start-Up

카메라의 전원이 켜질 때 설정 값을 불러올 영역을 선택하는 메뉴입니다.

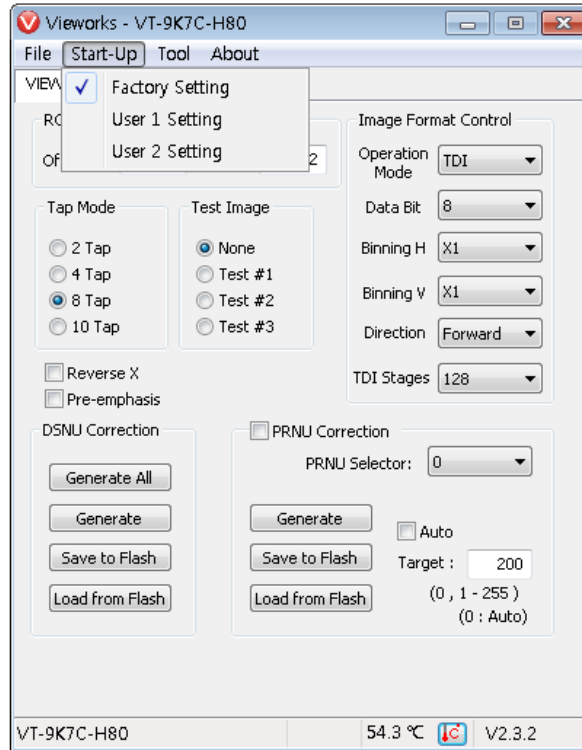


Figure 11.3 Start-Up 메뉴

- **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.

11.2.3 Tool

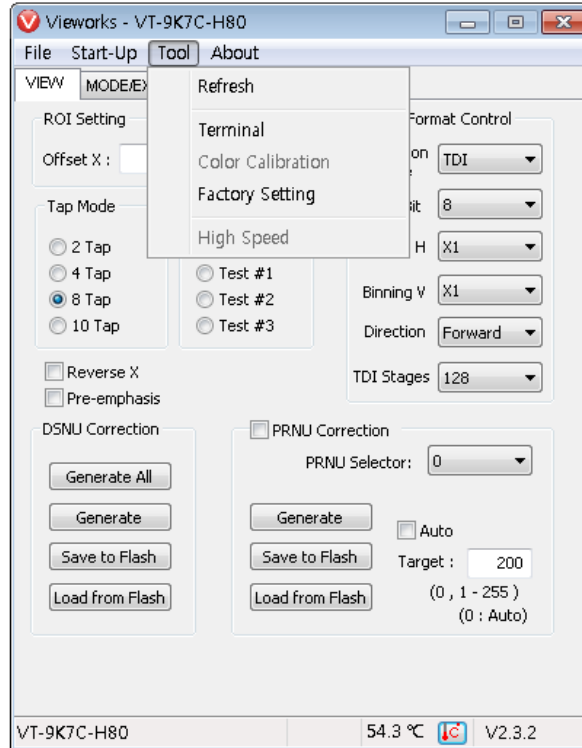


Figure 11.4 Tool 메뉴

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

11.2.4 About

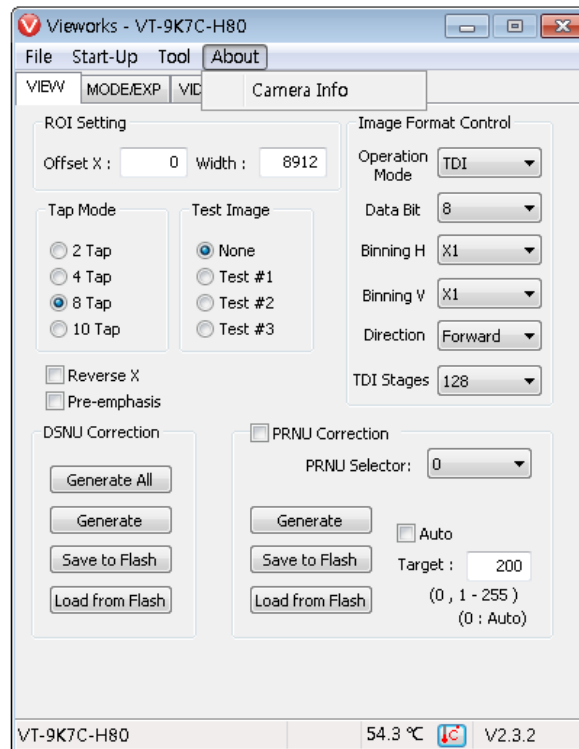


Figure 11.5 About 메뉴

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

11.3 탭

11.3.1 VIEW 탭

카메라의 ROI, 테스트 이미지 모드, Operation Mode, Data Bit, Camera Link Output, Binning, Scan Direction, TDI Stage, DSNU 및 PRNU 등의 기능을 제어하는 탭입니다.

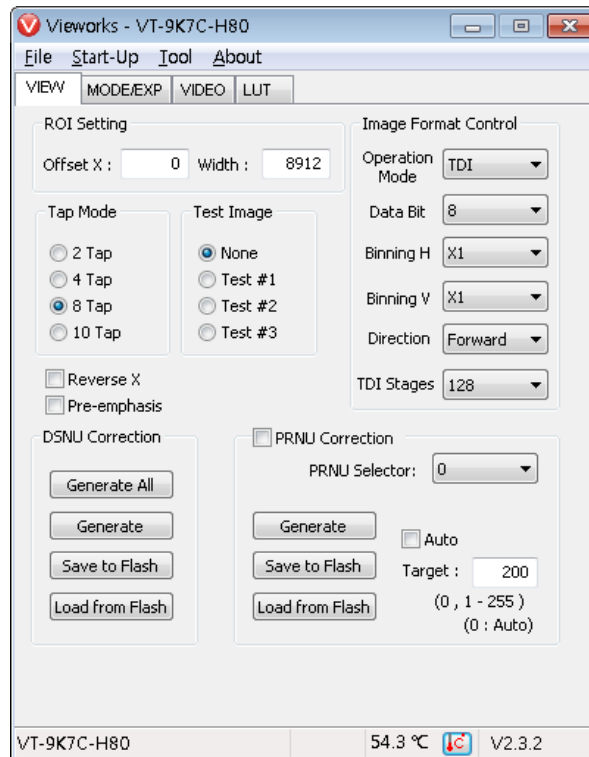


Figure 11.6 VIEW Tab

- **ROI Setting:** Offset X 및 Width 입력 창을 사용하여 카메라의 ROI 를 설정합니다.
- **Tap Mode:** Camera Link 출력 모드를 설정합니다.
- **Test Image:** 테스트 이미지 적용 여부와 종류를 선택합니다.
- **Reverse X:** Reverse X 기능의 On/Off 를 설정합니다.
- **Pre-emphasis:** Pre-emphasis 기능의 On/Off 를 설정합니다.
- **Image Format Control:** Operation Mode, 데이터 출력 폭, Binning, Scan Direction 및 TDI Stage 를 설정합니다.
- **DSNU Correction:** DSNU Correction 기능을 설정합니다.
- **PRNU Correction:** PRNU Correction 기능을 설정합니다.

11.3.2 MODE/EXP 탭

Trigger Mode, 노출 시간, Line Rate, Trigger Rescaler 및 Trigger Statistics 설정을 위한 탭입니다.

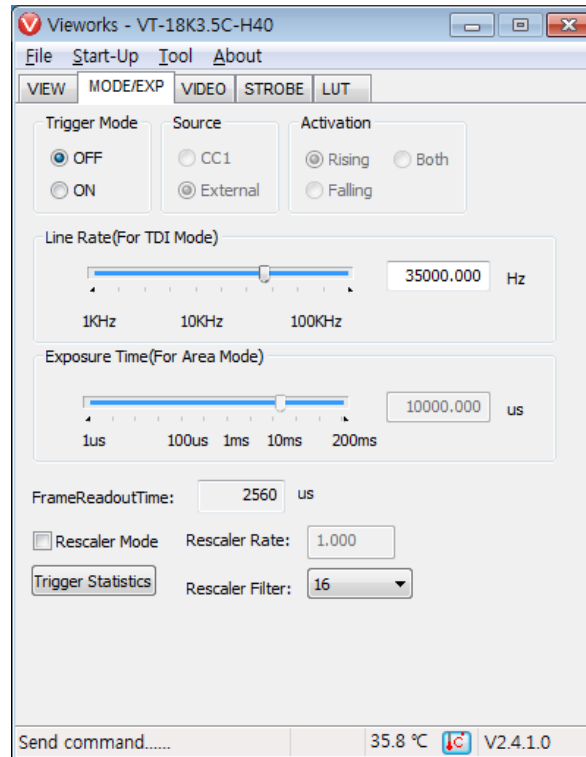


Figure 11.7 MODE/EXP Tab

- **Trigger Mode:** Trigger 모드를 설정합니다.
- **Source:** Trigger 소스를 선택합니다.
- **Activation:** Trigger 입력의 극성을 선택합니다.
- **Line Rate:** Operation Mode 를 TDI 로 설정하고 Trigger Mode 를 Off 로 설정한 경우 적용할 line rate 를 설정합니다.
- **Exposure Time:** Operation Mode 를 Area 로 설정하고 Trigger Mode 를 Off 로 설정한 경우 적용할 Exposure Time 을 설정합니다.
- **Rescaler Mode:** Trigger Rescaler Mode 를 설정합니다.
- **Trigger Statistics:** 카메라에 입력되는 트리거 신호와 Trigger Rescaler 를 통해 변환된 트리거 신호를 확인합니다.

11.3.3 VIDEO 탭

영상의 Gain 과 Black Level 설정을 위한 탭입니다.

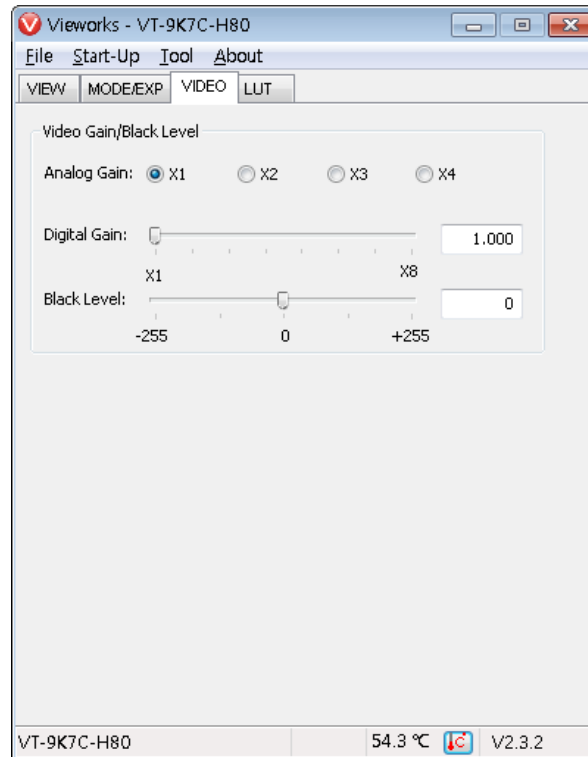


Figure 11.8 VIDEO Tab

- **Analog Gain:** Analog Gain 값을 설정합니다.
- **Digital Gain:** Digital Gain 값을 설정합니다.
- **Black level:** Black Level 값을 설정합니다.

11.3.4 STROBE 탭

Strobe 출력 신호 및 Strobe Controller(전용 Strobe Controller 를 연결한 경우 활성화) 설정을 위한 탭입니다.

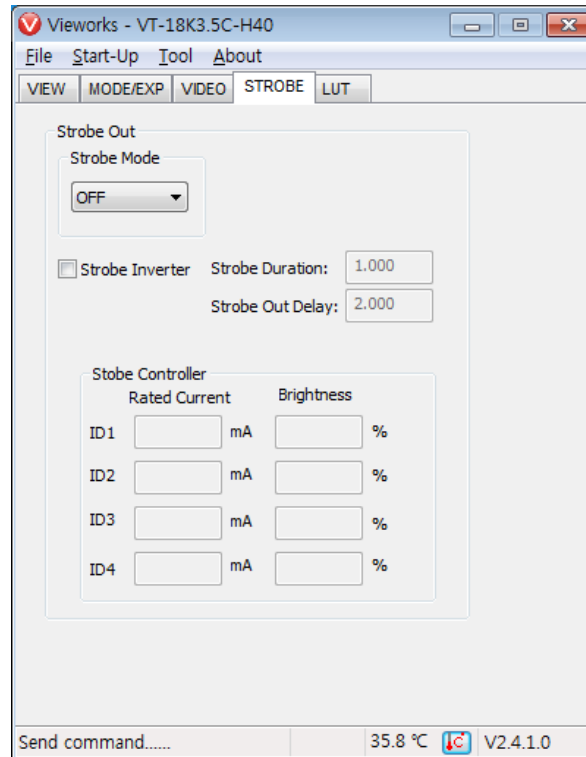


Figure 11.9 STROBE Tab

- **Strobe Mode:** Strobe 모드를 설정합니다.
- **Strobe Inverter:** 출력 신호를 반전해서 출력합니다.
- **Strobe Duration:** **Strobe Mode** 를 **Timed** 로 설정한 경우 펄스 신호의 폭을 1 μ s 단위로 설정합니다.
- **Strobe Out Delay:** 현재 출력 신호에 1 μ s 단위로 delay 를 설정합니다.
- **Rated Current:** 전용 Strobe Controller 를 연결한 경우 LED 조명의 전류 값을 설정합니다.
- **Brightness:** 전용 Strobe Controller 를 연결한 경우 LED 조명의 밝기를 설정합니다.

11.3.5 LUT 탭

LUT 데이터 다운로드용 탭입니다. LUT 다운로드에 대한 자세한 내용은 [Appendix B](#)를 참고하십시오.

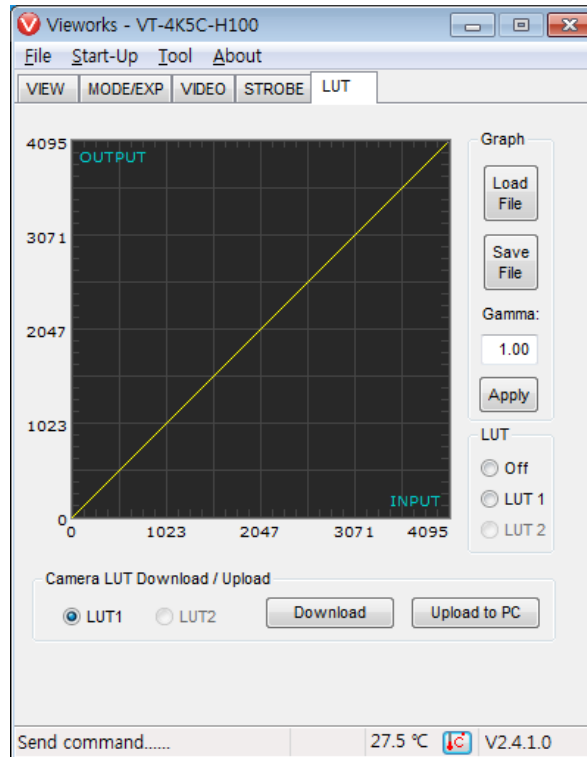


Figure 11.10 LUT Tab

- **Graph:** LUT 데이터를 사용자 컴퓨터에서 불러오거나, Gamma 곡선을 사용할 때 적용할 Gamma 값을 설정합니다.
- **Camera LUT Download / Upload:** 사용자 컴퓨터에서 카메라로 LUT 데이터를 다운로드(Download)하거나, 카메라에 저장된 LUT 데이터를 사용자의 컴퓨터로 업로드(Upload to PC)합니다.

12 제품 동작 이상 확인 및 조치

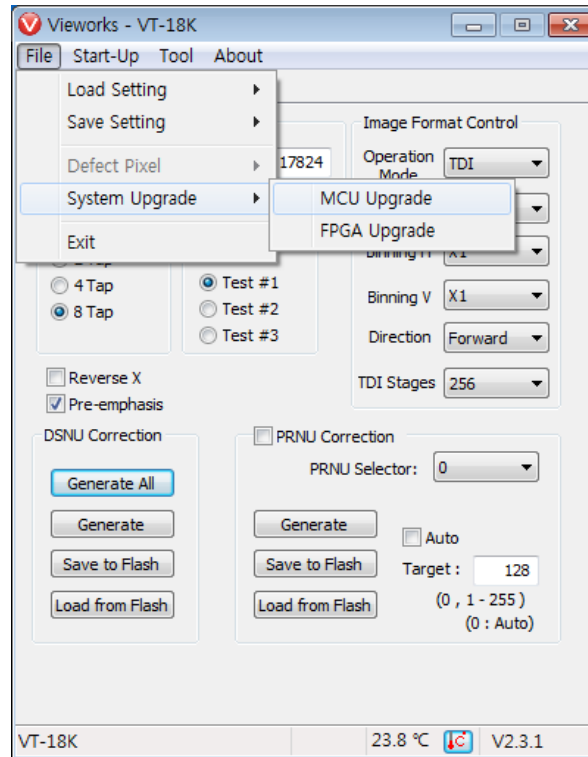
제품이 이상 작동을 하면 아래 사항을 점검해 주시기 바랍니다.

- 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.
 - Line rate 설정이 적절한 지 확인하십시오.
 - 조리개가 닫혀 있는지 확인하십시오.
 - Digital 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.
- Trigger Mode 가 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.
 - 사용자 컴퓨터에 장착된 Frame Grabber 에 카메라가 제대로 연결되어 있는지, 설정이 제대로 되었는지 확인하십시오.

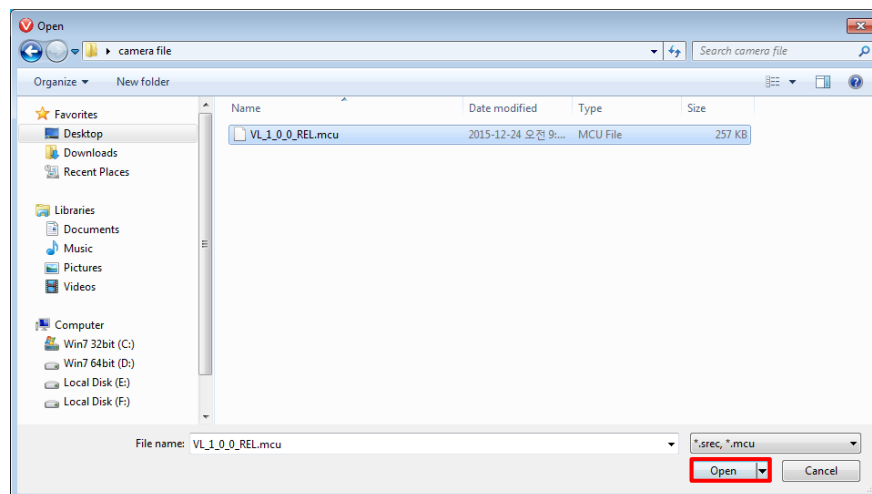
Appendix A Field Upgrade

A.1 MCU

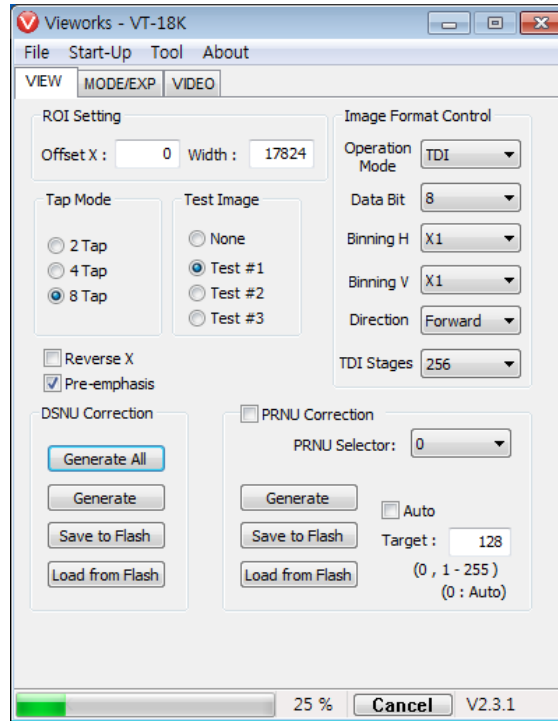
1. Configurator 에서 **File > System Upgrade > MCU Upgrade** 를 선택합니다.



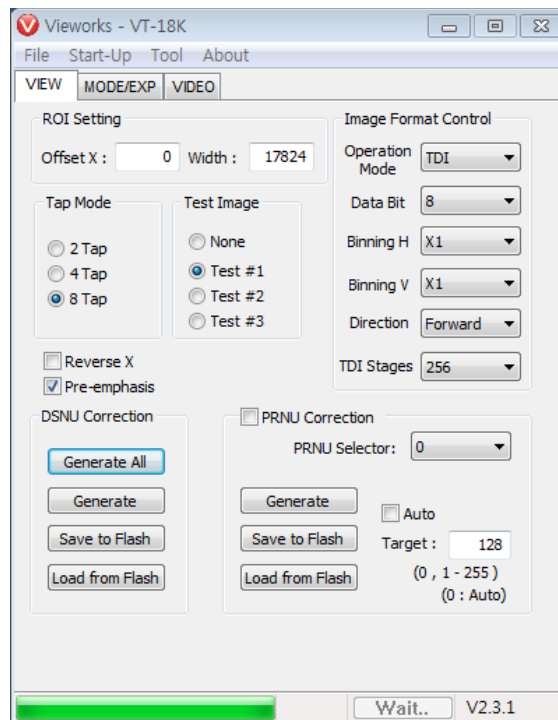
2. 제공된 MCU 업그레이드 파일(*.mcu)을 선택한 다음 열기 버튼을 클릭합니다.



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.

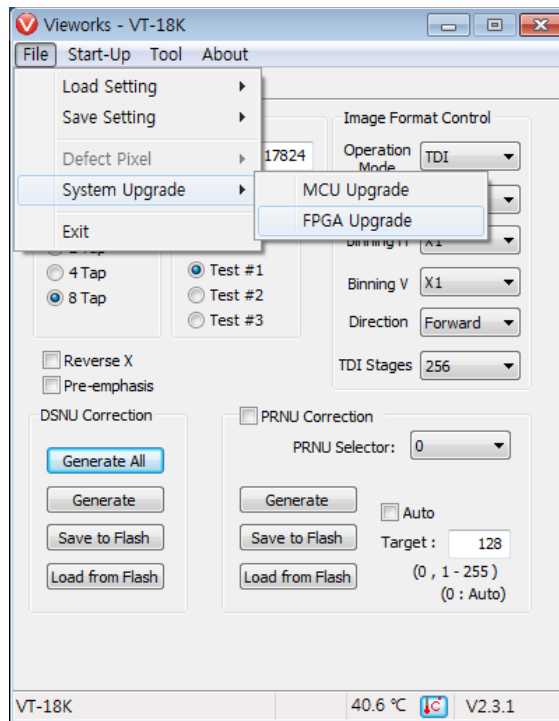


5. 모든 과정이 완료되면 카메라의 전원을 껐다 켜 후 **Tool > Terminal** 을 선택하고 gmv 명령어를 입력해서 버전을 확인합니다. **About > Camera Info** 를 선택해서 MCU 버전을 확인할 수도 있습니다.

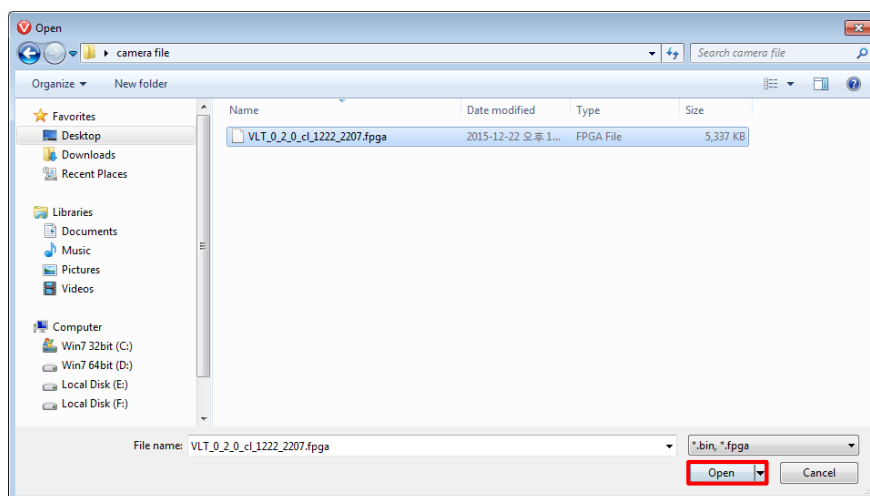


A.2 FPGA

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



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



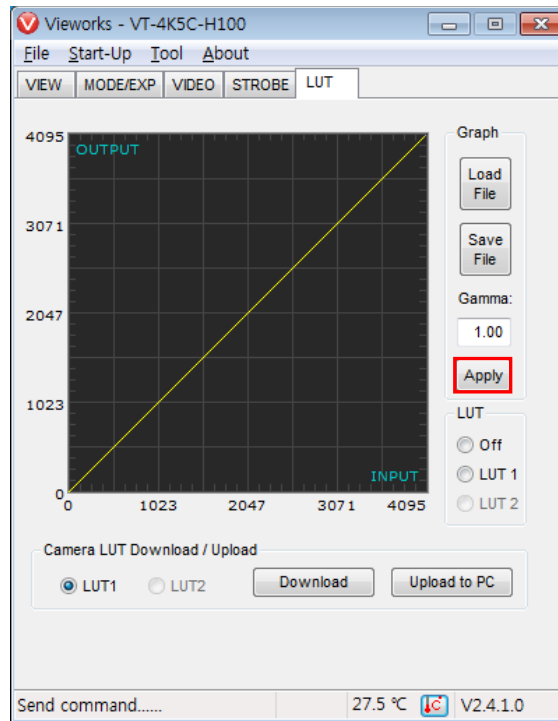
3. 이후의 과정은 MCU 업그레이드 과정과 동일합니다.

Appendix B LUT Download

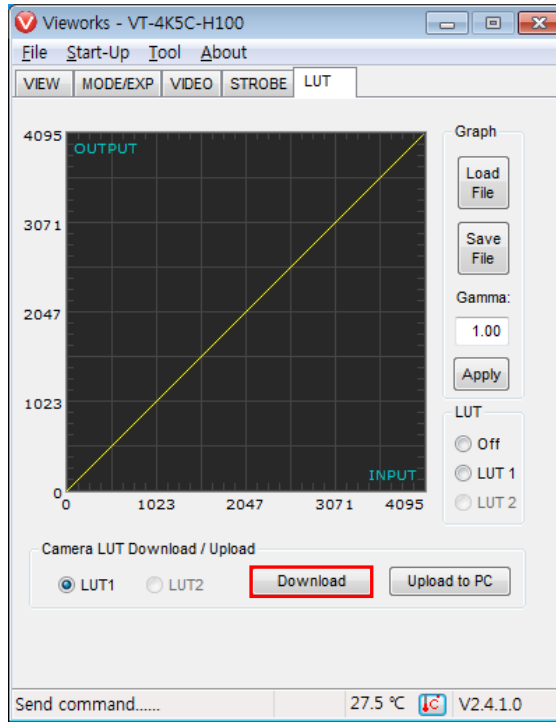
LUT 데이터는 두 가지 유형으로 생성할 수 있습니다. 제공되는 프로그램에서 Luminance의 감마 값을 조절한 후 다운로드하거나, 엑셀 등에서 작성한 CSV 파일(*.csv)을 불러와서 다운로드할 수 있습니다.

B.1 감마 곡선 다운로드

1. LUT 탭에서 원하는 감마 값을 설정하고 **Apply** 버튼을 누릅니다.



2. **Download** 버튼을 클릭하여 설정한 감마 값을 카메라에 다운로드합니다.



3. 다운로드가 완료되면 하단에 **Download completed** 라는 메시지가 표시됩니다.

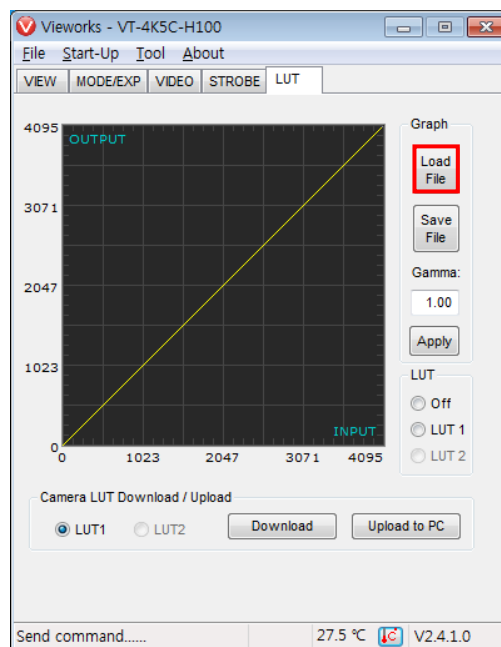
B.2 CSV 파일 다운로드

- 엑셀에서 아래 왼쪽의 그림처럼 LUT 테이블을 작성하고 CSV 파일(*.csv)로 저장합니다. 오른쪽 그림은 작성한 파일을 메모장에서 열었을 때의 모습입니다. 파일 작성이 끝난 후에는 프로그램에서 읽을 수 있도록 CSV 파일의 확장자를 .lut로 변경해야 합니다. 작성 시 적용되는 규칙은 다음과 같습니다.
 - ‘:’ 또는 ‘—’로 시작하는 라인은 주석으로 처리됩니다.
 - 입력값을 기준으로 0 부터 4095 의 순으로 빠짐없이 기록합니다.

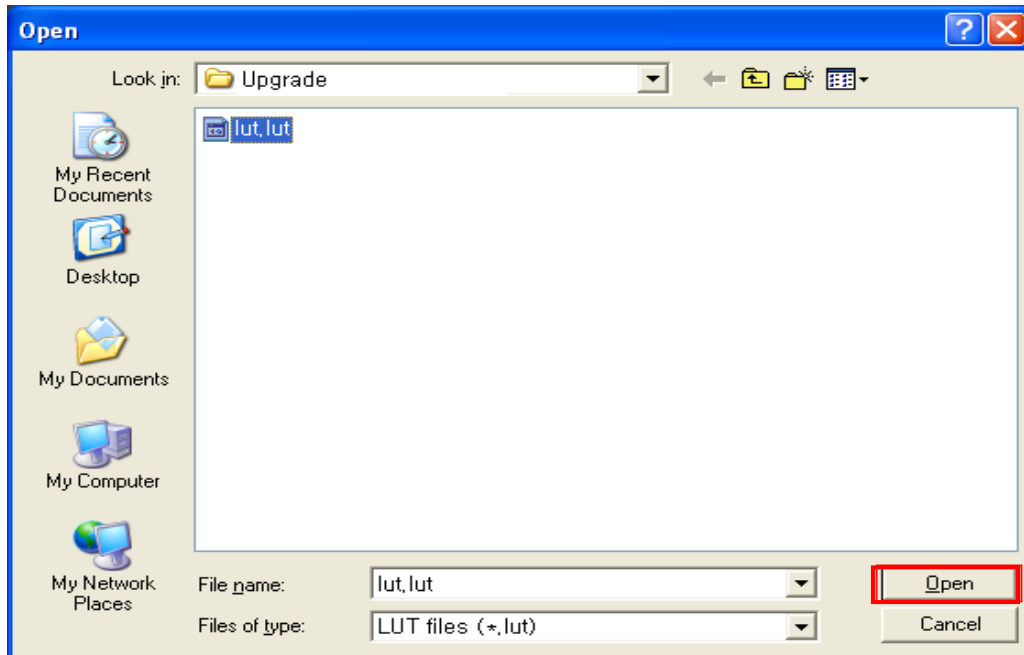
	A	B	C	D
1	:	comment line		
2	--	comment line		
3	--	input	output	
4		0	4095	
5		1	4094	
6		2	4093	
7		3	4092	
8		4	4091	
9	:	:		
10		4095	0	
11				
12				
13				

```
lut.csv - 메모장
파일(F) 편집(E) 서식(O) 보기(V) 도움말(H)
: comment line,
-- comment line,
-- input,output
0,4095
1,4094
2,4093
3,4092
4,4091
:,:
4095,0
```

- LUT 탭에서 **Type** 드롭다운 목록에서 **Luminance** 를 선택한 다음 **Load File** 버튼을 클릭합니다.



3. 작성한 LUT 파일을 선택하고 **Open** 버튼을 클릭합니다.



4. **Download** 버튼을 클릭합니다. 다운로드가 완료되면 **OK** 버튼을 클릭하여 **확인** 창을 닫습니다.

Appendix C Correction Control

VT Camera Link 카메라는 DSNU 또는 PRNU Correction 기능을 적용한 후 원하는 픽셀 및/또는 영역을 지정하여 DSNU 또는 PRNU 보정 값을 추가로 조정할 수 있는 기능을 제공합니다.

DSNU 추가 보정 관련 명령어는 다음과 같습니다.

sdt Xstart Xend Black Level ex. sdt 100 109 -2

Command Syntax	Description
sdt	설정된 DSNU 추가 보정 값을 지정한 픽셀 영역에 적용
Xstart	시작 픽셀의 X 좌표 값
Xend	끝 픽셀의 X 좌표 값 (픽셀 하나만 설정할 경우 생략 가능)
Black Level	DSNU 추가 보정 값 설정 [지정 영역에 더할 Black Level 값 (DN, digital number)]

Table C.1 Command related to Additional DSNU Correction



DSNU 보정 값 저장 및 불러오기 관련 자세한 내용은 [9.9 Dark Signal Non-uniformity Correction](#) 을 참고하십시오.

PRNU 추가 보정 관련 명령어는 다음과 같습니다.

spt Xstart Xend Gain ex. spt 100 109 1.1

Command Syntax	Description
spt	설정된 PRNU 추가 보정 값을 지정한 픽셀 영역에 적용
Xstart	시작 픽셀의 X 좌표 값
Xend	끝 픽셀의 X 좌표 값 (픽셀 하나만 설정할 경우 생략 가능)
Gain	PRNU 추가 보정 값 설정 (지정 영역에 곱할 Gain 값)

Table C.2 Commands related to Additional PRNU Correction



PRNU 보정 값 저장 및 불러오기 관련 자세한 내용은 [9.10 Photo Response Non-uniformity Correction](#) 을 참고하십시오.

C.1 DSNU 추가 보정 및 저장

예를 들어, 100 번째 픽셀부터 109 번째 픽셀까지 -2 의 Black Level 을 적용하려면 다음 절차에 따릅니다.

1. Configurator 에서 **Tool > Terminal** 을 클릭합니다.
2. Terminal 입력 창에 **sdt 99 108 -2** 명령을 입력합니다.
3. 추가 조정한 DSNU 보정 값을 카메라의 Flash(비휘발성) 메모리에 저장하려면 **sdd** 명령을 실행합니다.
이 경우 메모리에 저장된 현재 Analog Gain 설정 값에 따른 기존 DSNU 값을 덮어쓰게 됩니다.
조정한 DSNU 값을 무시하고 Flash 메모리에 있는 기존 값을 불러오려면 **idd** 명령을 실행합니다.

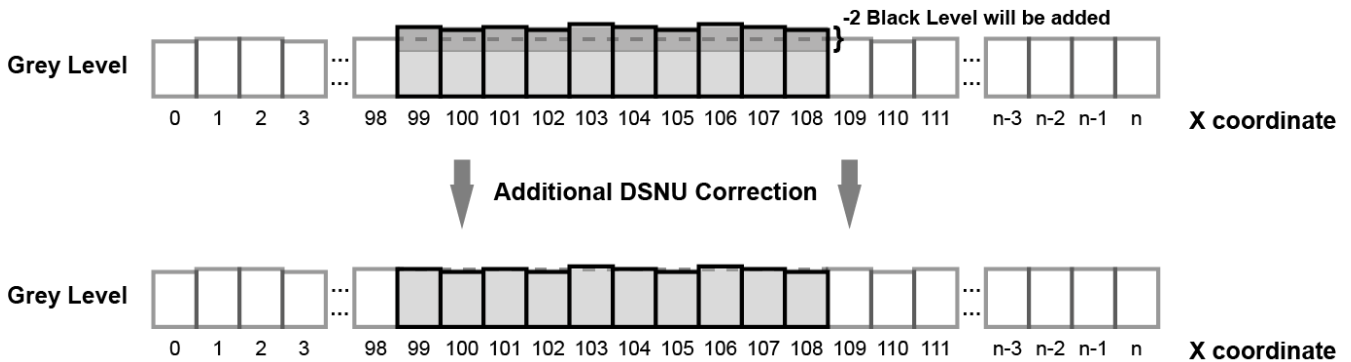


Figure C.1 Additional DSNU Correction

C.2 PRNU 추가 보정 및 저장

예를 들어, 100 번째 픽셀부터 109 번째 픽셀까지 1.1 배의 Gain 을 적용하려면 다음 절차에 따릅니다.

1. Configurator 에서 **Tool > Terminal** 을 클릭합니다.
2. Terminal 입력 창에 **spt 99 108 1.1** 명령을 입력합니다.
3. 추가 조정한 PRNU 보정 값을 카메라의 Flash(비휘발성) 메모리에 저장하려면 **spi 0/1/2/3/4** 명령어를 사용하여 저장 위치를 선택하고, **spd** 명령을 실행합니다. 메모리 내의 기존 값은 덮어쓰게 됩니다. 조정한 PRNU 값을 무시하고 Flash 메모리에 있는 기존 값을 불러오려면 **spi 0/1/2/3/4** 명령어를 사용하여 불러올 위치를 선택하고, **lpd** 명령을 실행합니다.

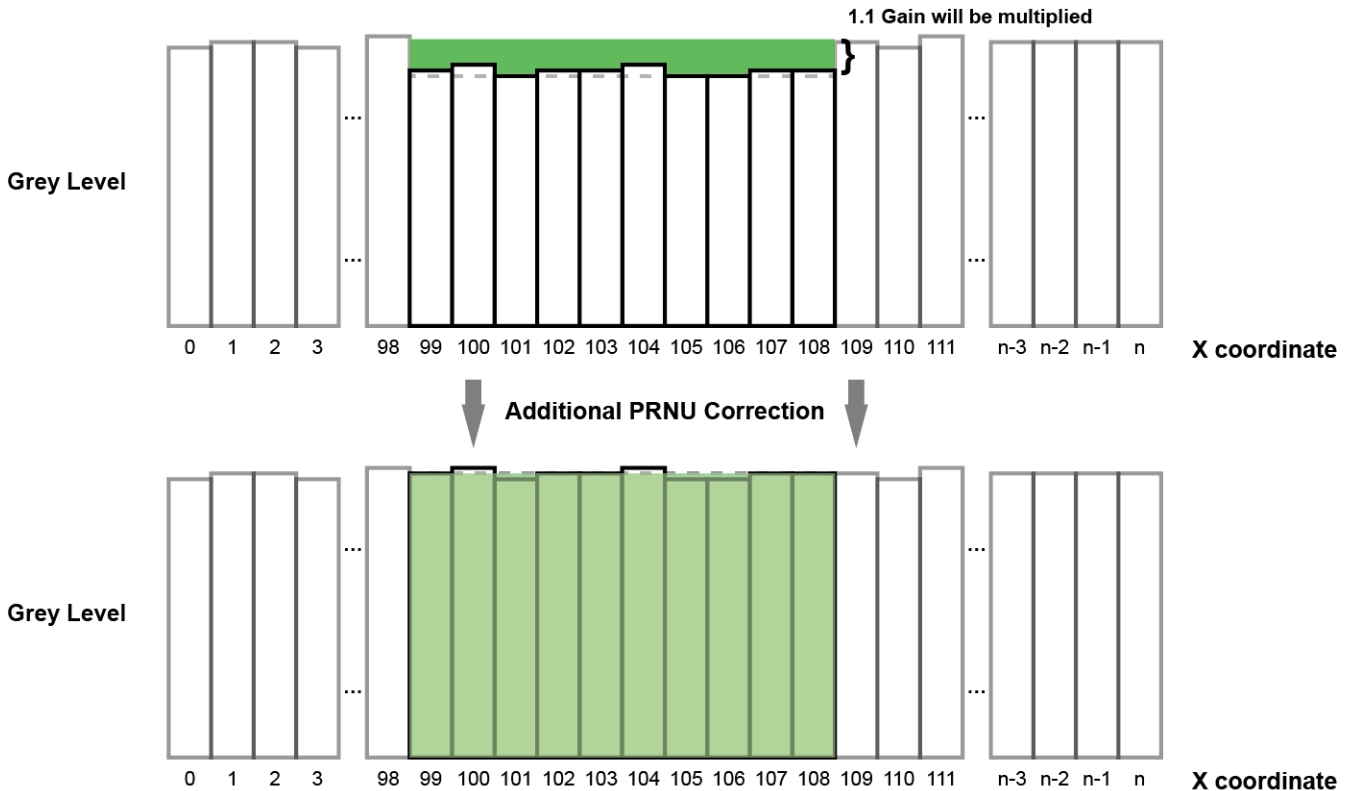
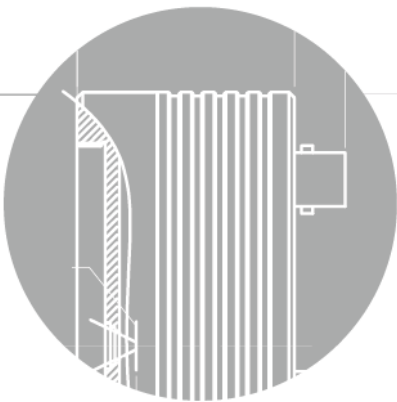
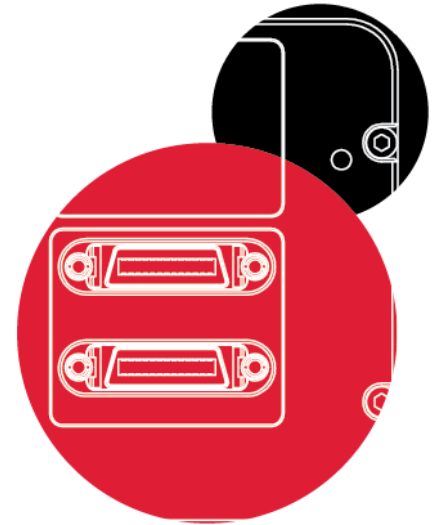
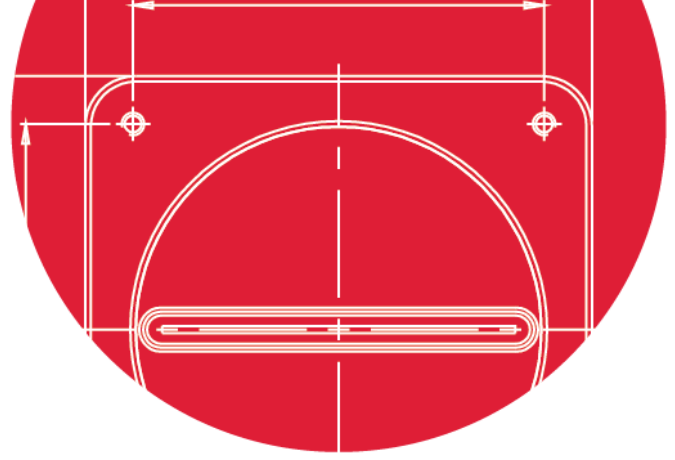


Figure C.2 Additional PRNU Correction



spt 명령을 실행하기 전에 **sprnu** 명령어를 사용하여 **PRNU Mode** 를 **On** 으로 설정하면 획득한 라인 영상에서 조정된 PRNU 보정 값을 확인할 수 있습니다.



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