

WHITE PAPER

Axis Zipstream 기술

품질 훼손 없이 저장 공간 절감

7월 2026

요약

Axis Zipstream 기술은 전체 프레임 레이트와 더 높은 해상도를 사용하면서도 스토리지 비용을 줄여 포렌식 활용성을 높일 수 있습니다. 지능형 압축 방식은 비디오 스트림에서 중요한 이미지 디테일을 보존하고 불필요한 데이터는 생략합니다.

오늘날의 대다수 네트워크 영상 감시 시스템은 대역폭과 녹화 영상을 위한 저장 공간이 제한되어 있습니다. Zipstream은 표준 압축과 비교할 때 대역폭 및 저장 공간 필요량을 평균 50% 이상 낮추는 근본적으로 개선된 표준 호환 비디오 인코더를 구현합니다. 중요한 디테일과 모션은 높은 화질로 보존되며, Axis 고유의 압축 향상 기술은 나머지 이미지 정보를 필터링하여 사용 가능한 대역폭을 최적으로 활용합니다.

Zipstream은 비디오 스트림을 실시간으로 분석하는 알고리즘의 집합으로 구성되어 있습니다.

- 동적 ROI(regions of interest) – 장면의 객체, 사람 또는 모션을 기준으로 관심 영역을 식별하고 포렌식 관점에서 적절한 압축 수준을 적용합니다.
- 동적 GOP(group of pictures) – 장면에 모션이 없을 때 카메라가 대역폭 사용량이 많은 I-프레임의 전송 빈도를 낮춥니다.
- 동적 FPS(frames per second) – 장면에 모션이 거의 없거나 전혀 없을 때 비트 레이트를 줄입니다. 카메라는 전체 프레임 레이트로 비디오를 캡처하고 분석하지만 불필요한 프레임은 제거합니다.

Zipstream은 지속적으로 개선되고 기능이 강화되고 있습니다. Zipstream은 2015년 출시 이후 PTZ 카메라 기능, 4K Ultra HD, 열상 카메라 및 360도 파노라마 카메라 지원, 동적 FPS 제한, 동적 FPS 프레임 건너뛰기 기능이 추가되며 향상되었습니다. 최근에는 두 가지 Zipstream 프로파일이 추가되어 더 고급 비디오 압축 기법을 사용할 수 있게 되었으며, Zipstream을 더욱 쉽고 직관적으로 사용할 수 있습니다. 스토리지 프로파일은 비디오 스트림을 스토리지에 최적화하고, 네트워크 부하 분산 프로파일은 고부하 네트워크 환경에 최적화합니다.

Zipstream은 시스템 온 칩 ARTPEC-9 기반 카메라에서 AV1을 지원합니다. 이러한 카메라는 장기간에 걸쳐 유연하게 마이그레이션할 수 있도록 세 가지 비디오 코덱(AV1, H.265, H.264)을 모두 병렬로 지원합니다. ARTPEC-9은 칩의 최대 성능 한계까지 여러 스트림을 동시에 전송할 수 있습니다.

목차

1	서론	4
2	비디오 인코딩 표준	4
3	Zipstream은 어떻게 작동하는가?	4
3.1	비트 레이트 감소 알고리즘	5
3.1.1	동적 ROI(regions of interest)	5
3.1.2	동적 GOP(group of pictures)	5
3.1.3	동적 FPS(frames per second)	5
3.2	스토리지 프로파일	5
3.3	네트워크 부하 분산 프로파일	6
4	비트 레이트 감소 예상치	7
4.1	동적 GOP(group of pictures) 적용 시 비트 레이트 감소 그래프	7
4.2	동적 FPS 적용 시 비트 레이트 감소 그래프	9
5	일반적인 장면의 측정 예시	9
5.1	Zipstream을 통한 비트 레이트 감소	9
5.2	스토리지 프로파일을 통한 추가 비트 레이트 감소	12
6	특정 카메라 및 코덱용 Zipstream	13
6.1	PTZ 카메라	13
6.1.1	향상된 동적 ROI	14
6.1.2	동적 비트 레이트 컨트롤러	14
6.1.3	PTZ 카메라의 비트 레이트 감소 그래프	14
6.2	4K Ultra HD, 8K 및 멀티메가픽셀 카메라	15
6.3	360도 파노라마 카메라	15
6.4	AV1 지원	15
6.5	H.265 지원	15
7	Zipstream을 통한 스토리지 절감	16
7.1	비트 레이트 제어 및 포렌식 디테일	16
8	Zipstream 관리	16
8.1	Zipstream 설정	17
9	두문자어와 약어	18

1 서론

센서, 광학 및 임베디드 이미지 처리와 같은 카메라 기술은 지난 10년 동안 빠르게 발전해 왔습니다. 이를 통해 해상도, 프레임 레이트 및 다이내믹 레인지가 더 높은 비디오를 제공하여 장면의 디테일을 더 많이 포착할 수 있습니다. 그 결과 오늘날 영상 증거 및 포렌식 분석의 신뢰성은 더욱 높아졌지만, 이는 적절한 장소에서 적절한 시간에 적절한 화질로 비디오를 검색할 수 있을 때만 가능합니다. 또한, 비트 레이트가 높아져 저장 공간과 대역폭에 대한 요구사항이 증가했습니다.

Axis Zipstream 기술은 표준 인코더보다 훨씬 더 효율적인 표준 호환 비디오 인코더 구현입니다. Zipstream은 영상 감시에 최적화되어 있으며 대역폭과 스토리지 요구량을 평균 50% 이상 줄입니다. Zipstream은 지능형 압축 알고리즘 모음으로, 비디오 스트림에서 이미지의 중요한 디테일은 전체 해상도로 유지하고 불필요한 데이터는 생략합니다. Zipstream은 추가적인 동적 기능을 통해 지속적으로 개선되고 있습니다.

2 비디오 인코딩 표준

감시 영상을 효율적으로 저장하려면 먼저 처리가 필요합니다. 이러한 인코딩은 중복 정보를 줄이고 제거하여 영상 데이터를 인코딩하는 영상 압축 알고리즘을 사용하여 이루어집니다. 이 알고리즘은 비디오에서 이미 전송된 영역을 찾아 다음 이미지 프레임의 중복 전송을 방지합니다. 또한 시각적 품질을 저하시키지 않고 디테일을 생략할 수 있는 비디오 영역을 식별합니다.

H.264, AV1, H.265와 같은 국제 비디오 인코딩 표준은 서로 효과적으로 작동하는 압축 방식을 결합하여 비디오의 저장, 공유 및 재생을 위한 비디오 스트림 구문을 정의합니다.

- H.264는 현재 가장 널리 사용되는 비디오 압축 표준입니다. H.264는 며칠 분량의 감시 비디오를 압축해 단일 SD 카드에 저장할 수 있을 정도로 효율적입니다. H.264는 AVC(Advanced Video Coding) 또는 MPEG-4 Part 10이라고도 합니다. 이 표준은 IT 및 통신 업계의 표준화 기구인 ISO/IEC Moving Picture Experts Group과 ITU-T Video Coding Experts Group이 공동으로 개발했습니다.
- AV1은 개방형 미디어 연합(AOM)이 개발한 로열티 없이 사용할 수 있는 최신 오픈 소스 친화적 표준입니다. 클라우드 통합이 필요한 솔루션이 늘어남에 따라 AV1은 향후 보안 감시에서 중요한 역할을 할 것으로 예상됩니다.
- H.265는 H.264를 대체할 예정이었지만 라이선싱 문제로 인해 기업들이 널리 사용하기가 어려웠습니다. 그 결과 하드웨어 공급업체가 클라이언트 디코더를 사전 설치하기 어려웠으며, 최종 사용자가 직접 구현하기에도 지나치게 복잡했습니다. H.265는 HEVC(High Efficiency Video Coding) 또는 ITU-T H.265라고도 합니다. 이 표준은 ISO/IEC Moving Picture Experts Group과 ITU-T Video Coding Experts Group이 공동으로 개발했습니다.

비디오 인코더 표준은 실제 비디오 압축 방식을 규정하지 않으며, 구문과 재생 방식만 표준화합니다. 이를 통해 상호 운용성(디코더 호환성)을 위해 파일 형식을 유지하면서 개선된 영상 인코딩 솔루션을 만들 수 있습니다.

Zipstream은 감시 분야에 적합한 고유한 H.264/AV1/H.265 비디오 인코더를 더 효과적으로 구현한 것입니다. 여기에는 네트워크 카메라가 훨씬 더 낮은 비트 레이트로 비디오를 생성할 수 있도록 하는 감시 고유의 다양한 방법이 포함됩니다.

3 Zipstream은 어떻게 작동하는가?

Axis Zipstream technology는 카메라가 비디오 스트림을 실시간으로 분석하게 하는 알고리즘 집합입니다. Axis 고유의 압축 방식은 지정된 이미지 품질에서 모션과 관심 대상의 디테일을 보존하는 한편, 사용 가능한 대역폭을 최적으로 활용하도록 나머지 영역을 더 강하게 필터링하고 압축합니다.

Zipstream은 H.265 또는 AV1을 대체하는 기술이 아닙니다. Zipstream은 약간의 조정만으로 H.264, AV1, H.265를 비롯한 여러 비디오 압축 표준에 적용할 수 있는 비디오 인코더 향상 기술입니다.

3.1 비트 레이트 감소 알고리즘

Zipstream은 비트 레이트를 줄이는 세 가지 알고리즘으로 구성됩니다.

3.1.1 동적 ROI(regions of interest)

동적 ROI는 실시간 분석을 통해 장면의 객체, 사람 또는 동작에 기반하여 관심 영역을 식별하고 포렌식 관점에서 올바른 수준의 압축을 적용합니다. 이 과정은 모든 영상 콘텐츠에 대해 수행되므로 완전히 유연한 동적 ROI를 얻을 수 있습니다. ROI는 즉각적인 대역폭을 조정할 수 있도록 콘텐츠에 따라 자동으로 확장되고, 축소되고, 모양이 변경되고, 분할되고, 병합되고, 사라지거나 다시 나타납니다.

중요한 정보가 이미지의 어느 부분에서 나타날 지 알 수 없기 때문에 Zipstream은 예상치 못한 이벤트를 위해 시스템을 준비시킵니다. 이 동적 자동 ROI는 영역을 수동으로 설정해야 하는 기존 ROI 구현 방식보다 훨씬 편리합니다.

3.1.2 동적 GOP(group of pictures)

동적 GOP를 사용하면, 장면에 동작이 없을 때 카메라가 대역폭 집약적인 I 프레임 전송하는 빈도가 줄어듭니다. 제한적인 움직임이 있는 일반 감시 장면의 영상은 디테일의 손실 없이 매우 낮은 비트 레이트로 압축할 수 있습니다. 이 알고리즘은 동작의 양에 따라 압축 동영상의 GOP 길이를 실시간으로 조절합니다.

압축된 비디오 스트림이 H.264 표준을 준수하더라도, 이 알고리즘을 활성화하면 일부 클라이언트 또는 VMS에서 비디오가 원활하게 재생되지 않을 수 있습니다.

3.1.3 동적 FPS(frames per second)

동적 FPS는 비디오 프레임의 불필요한 인코딩을 방지하여 비트 레이트를 감소시키며, 이는 스트림에서 비디오 프레임을 생략하여 이루어집니다. 카메라가 풀 프레임 레이트로 영상을 포착하고 분석하고 있어도 정적 감시 영상은 대폭 감소된 프레임 레이트로 인코딩됩니다. 장면의 움직임이 제어 변수로 사용되기 때문에 멀리서 움직이는 작은 물체는 풀 프레임 레이트로 표시되지 않을 수 있습니다. 객체가 카메라에 접근하면 모든 중요한 디테일을 포착하도록 프레임 레이트를 증가시킵니다. 전달되는 초당 프레임 수를 카메라가 자동으로 제한하며, 이를 통해 다수의 장면에서 상당한 양의 데이터를 절약합니다.

동적 FPS에는 허용되는 최소 동적 프레임 레이트를 설정할 수 있는 제한 매개변수가 있습니다. 그러면 스트림 fps와 구성된 최소 fps 사이에서 동적 프레임 레이트가 선택되므로, 최소 fps 요구사항이 있는 호환 시스템뿐 아니라 더 높은 fps가 필요한 시스템에서도 사용할 수 있습니다.

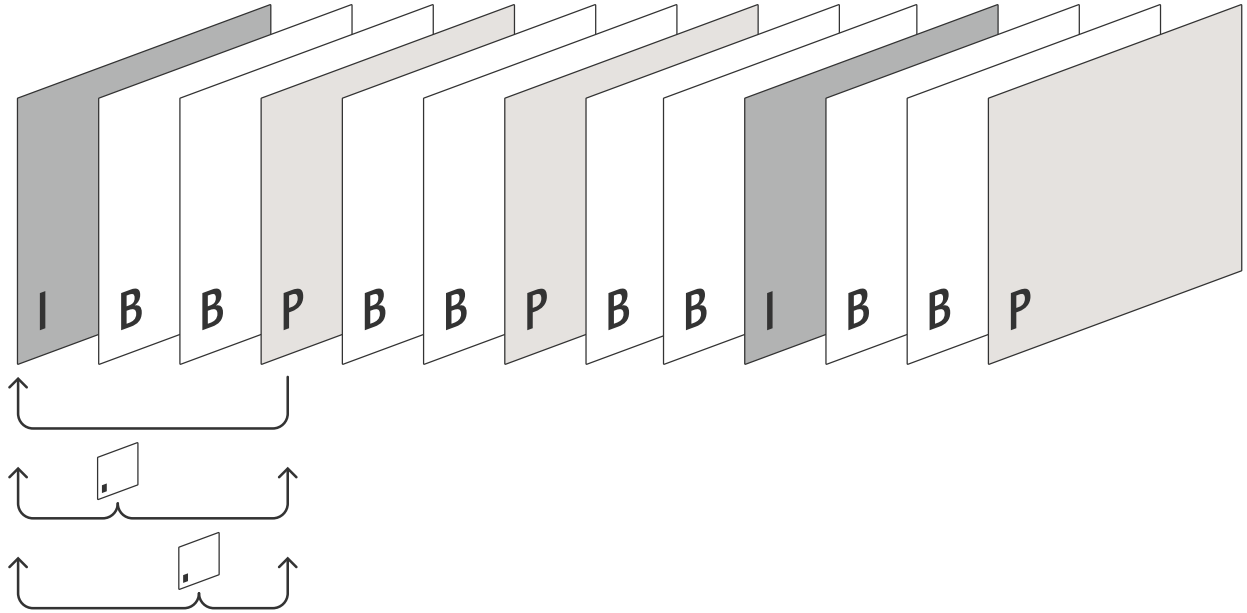
일부 영상 관리 시스템은 압축 비디오 스트림이 H.264/AV1/H.265 영상 표준을 준수하더라도 동적 프레임 레이트로 영상의 부드러운 재생을 지원하지 못할 수 있습니다. 이러한 경우 프레임 건너뛰기를 비활성화하면(동적 FPS 프레임 건너뛰기 모드를 "비어 있음"으로 설정) 동적 FPS를 계속 사용할 수 있습니다. 비디오 프레임 레이트는 전체 스트림 프레임 레이트가 유지되는 동안 변경됩니다. 비활성화된 프레임 건너뛰기는 모든 사용자가 동적 FPS를 이용할 수 있게 하는 호환성 모드의 역할을 합니다. 물론 비트 레이트 감소는 프레임 건너뛰기가 활성화될 때보다 적을 것입니다.

법적 요구사항에 따라 일부 감시 사례에서는 동적 프레임 레이트를 사용할 수 없습니다. 올바른 최소 fps 값을 선택해도 여전히 FPS 알고리즘을 사용할 수 있습니다.

3.2 스토리지 프로파일

대부분의 Axis 비디오 제품은 실시간 보기보다 나중에 보기 위한 비디오 녹화에 사용됩니다. Zipstream의 스토리지 프로파일은 비트 레이트를 최소화하는 동시에 저장 비디오의 증거 가치를 극대화하여 이러한 주된 용도에 부합하도록 고안되었습니다. 카메라는 사전 구성된 프로파일을 사용하여 해당 카메라 유형에 가장 적합한 특정 Zipstream 알고리즘을 자동으로 활성화하고 고급 비디오 인코딩 도구를 사용합니다. 프로파일은 카메라의 기능에 따라 다르게 적용되며 결과도 카메라 유형에 따라 달라질 수 있습니다.

스토리지 프로파일은 일반 Zipstream과 달리 P-프레임당 최대 두 개의 양방향 프레임(B-프레임)을 사용하는 대체 GOP 구조를 적용하며, 비디오 인코딩에서 이후 프레임의 정보를 활용할 수 있으므로 비트 레이트를 절감합니다. B-프레임을 사용하면 비트 레이트가 증가하는 경우가 있기 때문에 B-프레임의 수는 동적으로 변경됩니다. 비트 레이트 감소 외에도 B-프레임은 B-프레임당 1/fps의 지연 시간 영향을 미칩니다. 즉, 예를 들어 25 fps 비디오에 스토리지 최적화 비디오를 사용하면 80 ms의 지연 시간이 추가됩니다. H.264 Baseline 프로파일은 B-프레임을 지원하지 않으므로 스토리지 프로파일을 사용하면 H.264 High 프로파일로 강제 변경됩니다.



I-프레임, B-프레임 및 P-프레임의 일반적인 시퀀스. P-프레임은 앞선 I-프레임 또는 P-프레임만 참조할 수 있지만, B-프레임은 앞뒤의 I-프레임 또는 P-프레임을 모두 참조할 수 있습니다. 스토리지 프로파일에서는 B-프레임 수가 동적으로 변경됩니다.

“Optimize for storage(스토리지 용도로 최적화)” 스토리지 프로파일을 선택하면 대체 동적 GOP (group of pictures) 알고리즘과 B-프레임이 활성화되지만 다른 Zipstream 설정은 변경되지 않습니다.

너무 많은 스트림 요청으로 카메라에 과부하가 걸리면 스토리지 프로파일 비디오의 우선순위가 지정됩니다. 이는 증거 가치를 보존하기 위한 것입니다.

3.3 네트워크 부하 분산 프로파일

I-프레임 급증이 문제가 될 수 있는 까다로운 네트워크 환경에 최적화된 이 프로파일은 Wi-Fi, 4G, 5G, LTE 또는 기타 무선 네트워크에 특히 적합합니다. 고부하 네트워크 환경에서 비트 레이트 급증을 최소화하도록 설정이 자동으로 최적화됩니다. I-프레임을 더 작게 구성하거나 점진적 디코딩 새로 고침 P-프레임으로 대체할 수도 있습니다.

동적 압축 조절을 통해 데이터를 인접한 P-프레임으로 이동하여 I-프레임 크기를 줄이며, 그 결과 P-프레임은 약간 커집니다. 점진적 디코딩 새로 고침 기법은 I-블록(인트라 블록)을 하나의 큰 I-프레임으로 한꺼번에 전송하는 대신 이후의 여러 P-프레임에 분산하여 I-프레임을 업데이트합니다.

선택적 매개변수 **Gradual decode refresh**(점진적 디코딩 새로 고침)를 통해 I-프레임 동작을 제어할 수 있습니다.

4 비트 레이트 감소 예상치

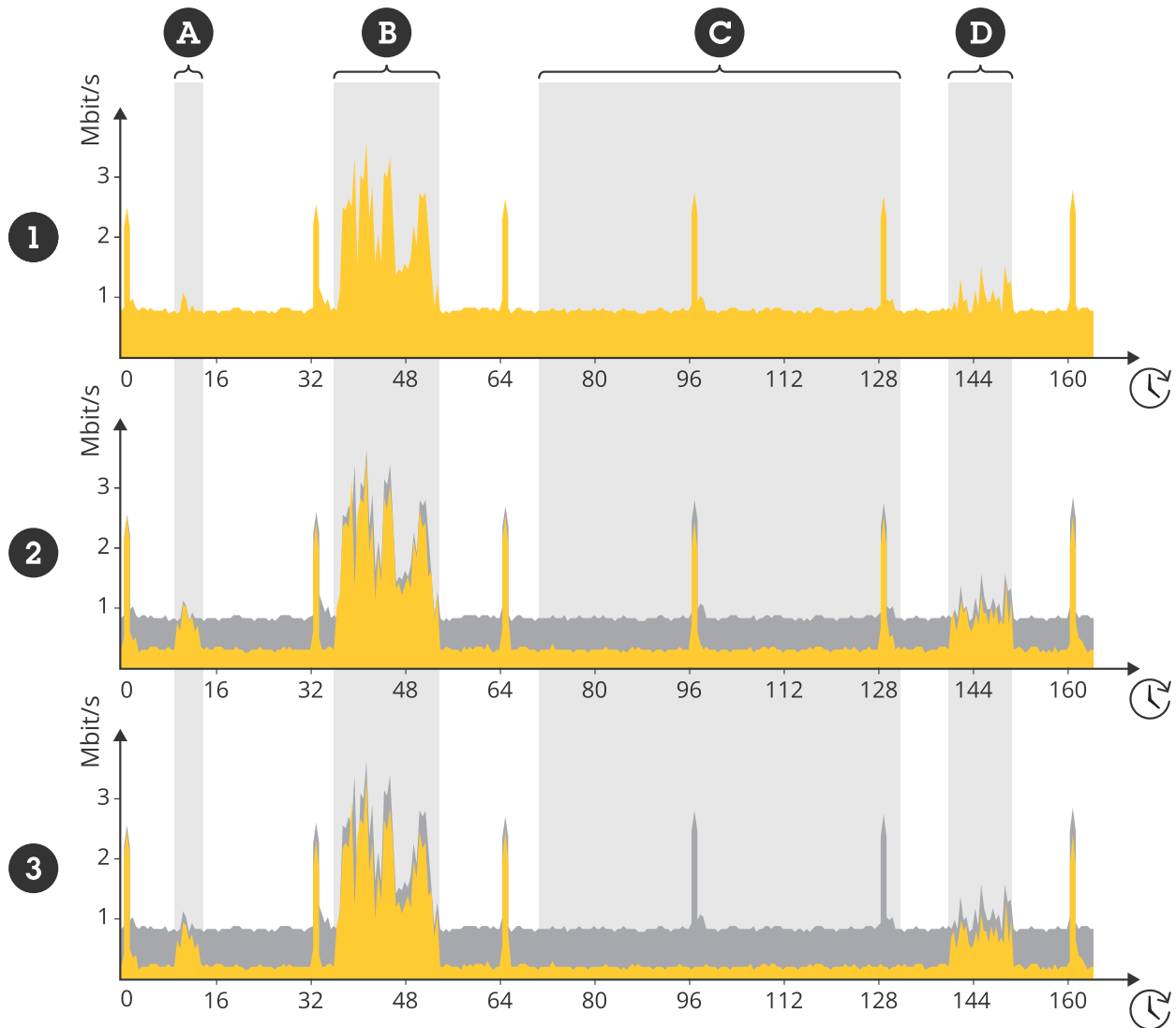
Zipstream은 실시간 장면 정보를 사용하여 평균 비트 레이트를 줄입니다. 각 알고리즘의 비트 레이트 절감량을 개별적으로 평가한 후 결과를 합산하여 총 비트 레이트 감소량을 추정할 수 있습니다. 이 표는 H.264 압축 비디오의 예상 비트 레이트 감소량을 보여줍니다.

표 4.1 알고리즘별 예상 비트 레이트 감소량.

Zipstream 알고리즘	비트 레이트 감소
동적 ROI	10~50%(Zipstream 강도 매개변수, 장면 모션 및 장면 콘텐츠에 따라 다름)
동적 GOP	0~50%(장면 모션에 따라 다름)
동적 FPS	0~50%(장면 모션에 따라 다름)

4.1 동적 GOP(group of pictures) 적용 시 비트 레이트 감소 그래프

그림은 하나의 비디오에서 Zipstream을 끈 경우(1), 강도를 Low(낮음)로 설정한 경우(2), High(높음)로 설정한 경우(3)의 순간 비트 레이트를 보여줍니다. 동적 ROI(regions of interest)와 동적 GOP(group of pictures)는 켜져 있고 동적 FPS는 꺼져 있습니다. 모션 유형이 서로 다른 네 가지 시나리오(A, B, C, D)가 표시되어 있으며, 각 시나리오에서 Zipstream 알고리즘의 작동 조건이 달라집니다.



순간 비트 레이트(노란색)와 비트 레이트 감소량(진한 회색).

- 1 Zipstream 꺼짐.
- 2 Zipstream 강도: Low(낮음). 비트 레이트(노란색)가 눈에 띄게 감소합니다.
- 3 Zipstream 강도: High(높음). 비트 레이트(노란색)가 더욱 감소합니다.

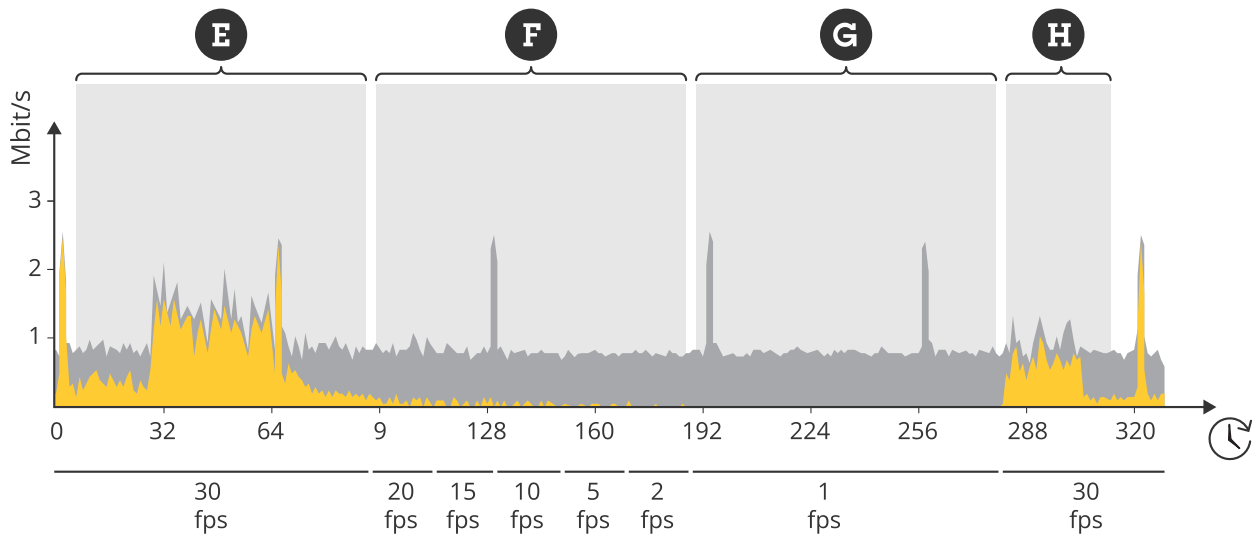
모든 스트림은 P-프레임(GOP 길이)이 32로 설정된 가변 비트 레이트(VBR) 스트림입니다. 각 I-프레임 업데이트는 비트 레이트 급증으로 명확하게 나타납니다.

그림의 A~D는 비디오에서 서로 다른 유형의 모션이 발생하는 시간 구간을 나타냅니다. Zipstream은 각 시간 구간의 조건에 따라 다르게 작동합니다.

- A. 비디오에 미세하고 짧게 지속되는 모션이 발생하는 시간 구간. 동적 ROI(regions of interest) 장면에서 모션이 발생하는 위치를 감지하여 해당 관심 영역에 압축을 덜 적용할 수 있게 합니다.
- B. 더 뚜렷하고 오래 지속되는 모션이 발생하는 시간 구간. 이 비디오 시퀀스에는 더 높은 비트 레이트가 필요합니다. 동적 ROI(regions of interest) 알고리즘을 통해 우선순위가 낮은 정보를 생략할 수 있으므로 비트 레이트는 여전히 어느 정도 감소합니다.
- C. 모션이 없는 시간 구간. 이 경우 동적 GOP(group of pictures) 알고리즘이 더 많은 P-프레임을 허용하여 불필요한 I-프레임 업데이트를 방지할 수 있습니다.
- D. 약하지만 오래 지속되는 모션이 발생하는 시간 구간. 모션이 정상적으로 녹화되고 P-프레임 수가 설정값으로 돌아갑니다.

4.2 동적 FPS 적용 시 비트 레이트 감소 그래프

그래프는 Zipstream 강도가 High(높음)인 비디오의 순간 비트 레이트를 보여줍니다. 동적 ROI (regions of interest), 동적 GOP(group of pictures) 및 동적 FPS가 켜져 있습니다. 네 가지 시나리오(E, F, G, H)가 표시되어 있으며 프레임 레이트도 기재되어 있습니다.



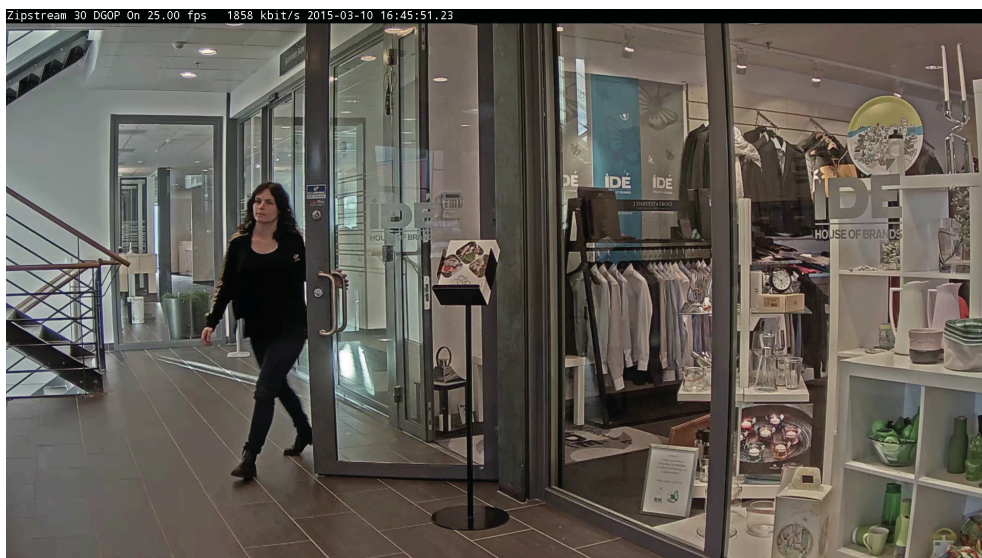
순간 비트 레이트(노란색), 비트 레이트 감소량(진한 회색), 프레임 레이트(그래프 아래).

- E. 장면에 모션이 있으면 카메라가 30fps로 데이터를 생성합니다.
- F. 모션이 줄어들면 프레임 레이트가 크게 낮아집니다. 프레임 레이트가 감소하면 데이터 전송량이 줄어들기 때문에 비트 레이트가 감소합니다.
- G. 완전히 정적인 장면에서 모션이 없는 동안에는 I-프레임 사이의 프레임 레이트가 거의 0으로 떨어집니다. 산발적이고 드물게 발생하는 I-프레임 업데이트만이 비트 레이트를 발생시킵니다.
- H. 모션이 다시 감지되면 카메라가 즉시 30fps로 돌아갑니다.

5 일반적인 장면의 측정 예시

이 장에서는 다양한 유형의 감시 장면을 연속 녹화할 때 일반 Zipstream과 스토리지 프로파일을 사용하여 측정된 비트 레이트 감소량을 제시합니다.

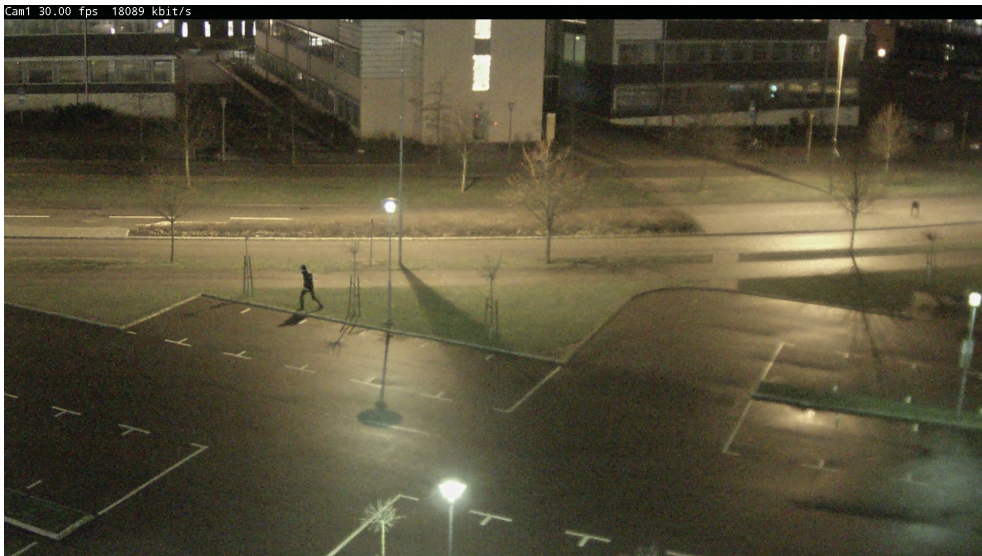
5.1 Zipstream을 통한 비트 레이트 감소



위: 모션이 가끔 발생하는 조명이 밝은 장면.
총 비트 레이트 감소: 25%.
Zipstream 강도: Low(낮음). 동적 GOP(group of pictures): 꺼짐. 동적 FPS: 꺼짐.



위: 약한 모션이 자주 발생하는 주간 오버뷰 장면.
총 비트 레이트 감소: 50%.
Zipstream 강도: High(높음). 동적 GOP(group of pictures): 켜짐. 동적 FPS: 꺼짐.



위: 약한 모션이 가끔 발생하는 어두운 장면(노이즈가 많은 비디오).
총 비트 레이트 감소: 90%.
Zipstream 강도: High(높음). 동적 GOP(group of pictures): 켜짐. 동적 FPS: 꺼짐.



위: 비교적 뚜렷한 모션이 가끔 발생하는 주간 장면.
총 비트 레이트 감소: 73%.

Zipstream 강도: Extreme(매우 높음). 동적 GOP(group of pictures): 커짐. 동적 FPS: 커짐.



위: 모션이 매우 드물게 발생하는 야간 모드 장면.
총 비트 레이트 감소: 99.7%.

Zipstream 강도: Extreme(매우 높음). 동적 GOP(group of pictures): 커짐. 동적 FPS: 커짐.



위: 매우 약한 모션이 자주 발생하는 주간 오버뷰 장면.
총 비트 레이트 감소: 85%.

Zipstream 강도: Extreme(매우 높음). 동적 GOP(group of pictures): 켜짐. 동적 FPS: 꺼짐.

5.2 스토리지 프로파일을 통한 추가 비트 레이트 감소

Zipstream 스토리지 프로파일은 클래식 Zipstream 설정보다 스토리지 공간을 크게 절약할 수 있습니다. 모션이 많은 장면에서도 스토리지 프로파일은 서로 다른 압축 도구를 사용하므로 비트 레이트를 추가로 줄일 수 있습니다. 이러한 장면에서는 모션이 계속 발생하므로 동적 GOP(group of pictures) (및 동적 FPS)의 영향이 크지 않습니다. 모션이 감소하는 경우 동적 GOP가 비트 레이트를 추가로 감소시킵니다.



위: 약한 모션이 자주 발생하는 주간 장면, Zipstream 스토리지 프로파일
추가 비트 레이트 감소*: 40%

* 클래식 기본 Zipstream과 비교(강도: Low(낮음). 동적 GOP(group of pictures): 꺼짐. 동적 FPS: 꺼짐.)



위: 모션이 자주 발생하는 주간 장면, Zipstream 스토리지 프로파일.
추가 비트 레이트 감소*: 33%

* 클래식 기본 Zipstream과 비교(강도: Low(낮음). 동적 GOP(group of pictures): 꺼짐. 동적 FPS: 꺼짐.)



위: 모션이 자주 발생하는 야간 장면, Zipstream 스토리지 프로파일.
추가 비트 레이트 감소*: 32%

* 클래식 Zipstream과 비교(강도: Extreme(매우 높음). 동적 GOP(group of pictures): 켜짐. 동적 FPS: 켜짐.)

6 특정 카메라 및 코덱용 Zipstream

6.1 PTZ 카메라

PTZ 카메라용 Zipstream 알고리즘은 카메라가 팬, 틸트 및 줌 동작을 수행하는 동안에도 비트 레이트를 줄일 수 있습니다. 이 알고리즘은 중요 이미지 디테일을 보존하는 동적 ROI를 자동으로 업데이트하여 비트 레이트를 실시간으로 감소시킵니다. PTZ 사용성을 더욱 개선하고 시스템이 요구사항을 줄이기 위해서 동적 비트 레이트 컨트롤러를 추가하여 카메라 이동으로 인한 대역폭 피크를 방지했습니다. 대역폭 피크 방지는 전반적 영상 품질을 저하시키면서도 고속 카메라 이동 중에 방향을 유지하고 중요 객체를 추적하기 위해서 운영자가 탐색에 사용할 수 있는 기준점을 보존하는 방식으로 이루어집니다.

스토리지 프로파일과 네트워크 부하 분산 프로파일은 PTZ 카메라에서도 사용할 수 있지만 실시간 보기 모드에 약간의 지연 시간이 발생할 수 있습니다.

6.1.1 향상된 동적 ROI

PTZ 카메라에서 동적 ROI 알고리즘은 장면 움직임과 카메라 움직임을 동시에 보정합니다. 카메라 이동 중에, 영상의 일부 영역은 더 중요하고 우선순위가 더 높은 영역으로 식별되는 반면, 다른 영역은 대역폭 사용량을 줄이기 위해서 더 많이 압축됩니다. 알고리즘의 이 부분은 포렌식 디테일을 유지하면서도 평균 대역폭과 저장 공간을 감소시킵니다.

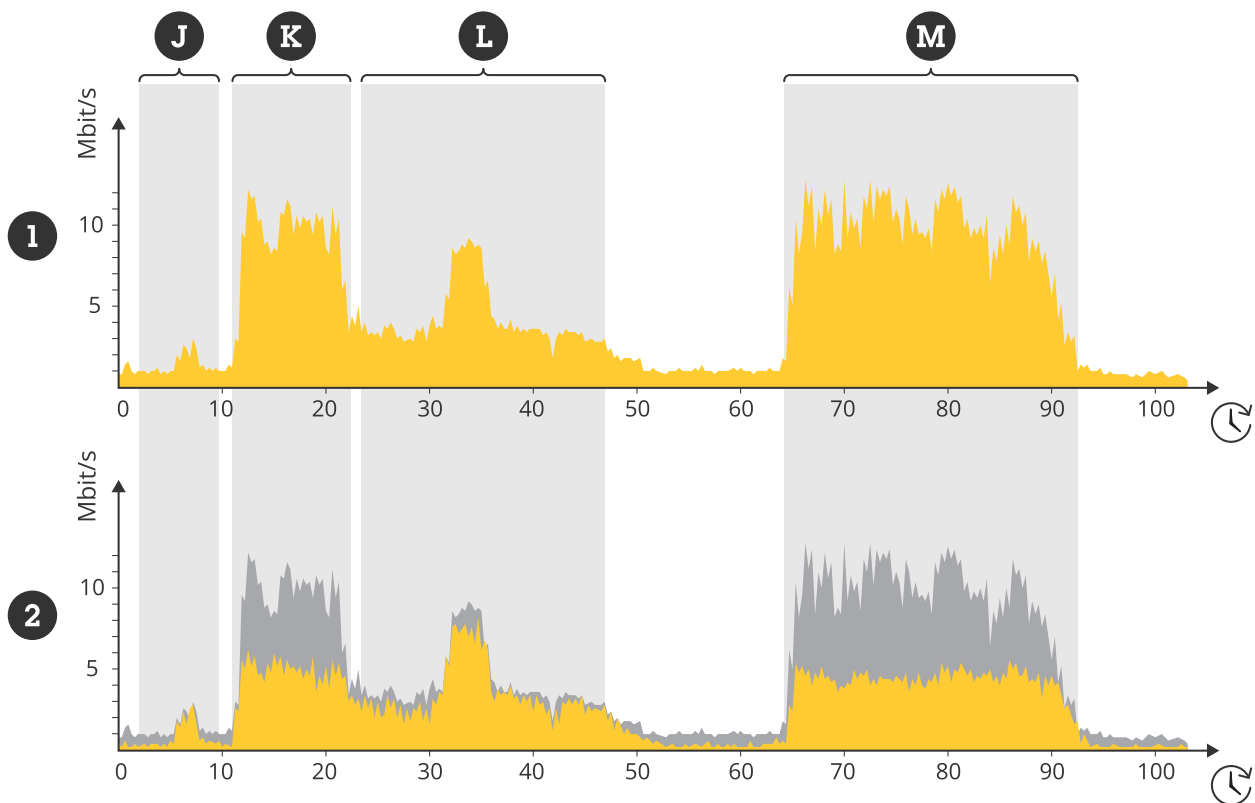
6.1.2 동적 비트 레이트 컨트롤러

향상된 동적 ROI가 활성화된 상태에서도, 카메라를 팬, 틸트 및 줌하면 고정형 카메라보다 더 많은 대역폭이 필요합니다. 왜냐하면 카메라의 빠른 위치 변경 중에 새로운 정보를 매우 높은 속도로 캡처하기 때문입니다. 그러나 모션 블러가 영상 품질을 저하시키기 때문에, 동적 비트 레이트 컨트롤러 알고리즘을 사용하여 비트 레이트를 자동으로 감소시키고 카메라 움직임으로 인한 대역폭 피크를 방지할 수 있습니다. PTZ 카메라는 일반적으로 매우 짧은 시간 이내에 팬, 틸트 및 줌을 수행합니다. 카메라가 다시 정지하는 즉시, 비트 레이트 컨트롤러가 비트 레이트를 즉시 복원하여 최적의 영상 품질을 제공합니다.

동적 비트 레이트 컨트롤러는 전송 장비(스위치 및 라우터), 스토리지(녹화 서버 및 디스크 크기), 보기 장치(컴퓨터 및 디코더)와 같은 전체 시스템의 요구 사항을 줄입니다. 따라서 원격 PTZ 카메라의 이점과 유연성을 계속 유지하면서, 덜 복잡한 전송 채널을 사용하여 운영할 수 있습니다.

6.1.3 PTZ 카메라의 비트 레이트 감소 그래프

그림은 Zipstream을 사용하지 않은 경우와 사용한 경우의 비디오 순간 비트 레이트를 보여줍니다. 모션 유형이 서로 다른 네 가지 시나리오(J, K, L, M)가 표시되어 있으며, 각 시나리오에서 Zipstream의 작동 조건이 달라집니다.



PTZ 카메라의 순간 비트 레이트(노란색)와 비트 레이트 감소량(진한 회색).

1 Zipstream 꺼짐.

2 PTZ용 Zipstream 커짐. 비트 레이트(노란색)가 눈에 띄게 감소합니다.

두 스트림 모두 P-프레임(GOP 길이)이 32로 설정된 가변 비트 레이트(VBR) 스트림입니다.

그림의 J, K, L, M은 비디오에서 서로 다른 유형의 모션이 발생하는 시간 구간을 나타냅니다. Zipstream은 각 시간 구간의 조건에 따라 다르게 작동합니다.

- J. 이 시간 구간에서 카메라는 처음에 오버뷰 위치에 정지해 있으며 장면에는 모션이 없습니다. Zipstream이 상당한 스토리지 공간을 절약합니다. 이후, 장면에서 약간의 모션이 감지됩니다.
- K. 카메라가 팬 및 줌 동작을 수행하여 장면의 모션을 고해상도 영상으로 캡처합니다. 카메라의 빠른 위치 변경으로 비트 레이트가 증가하지만, 동적 비트 레이트 컨트롤러가 증가 폭을 크게 줄일 수 있습니다.
- L. 카메라가 장면의 모션을 고품질 비디오로 캡처합니다. Zipstream은 장면에서 우선순위가 낮은 영역의 비트 레이트를 자동으로 줄입니다.
- M. 모션이 잦아들면 카메라가 더 넓은 영역을 커버하도록 팬 및 틸트 동작을 수행합니다. 비트 레이트와 비디오 품질은 이러한 움직임에 맞춰 자동으로 조정됩니다.

6.2 4K Ultra HD, 8K 및 멀티메가픽셀 카메라

Zipstream은 비트 레이트 감소가 가장 필요한 4K, 8K 및 멀티메가픽셀 카메라에도 사용할 수 있습니다. 이러한 고해상도 카메라는 포렌식 디테일을 캡처하는 데 매우 효율적이지만, 이러한 고해상도 카메라는 포렌식 디테일을 캡처하는 데 매우 효율적이지만, 스토리지 필요량이 높아 사용 비용이 많이 들었습니다. 현재 Zipstream은 4K 스트림을 실시간으로 분석하여 전송량과 스토리지 사용량을 줄일 수 있습니다. 8K 카메라는 충분한 성능을 제공할 수 있도록 듀얼 ARTPEC 칩이 탑재되어 있습니다.

6.3 360도 파노라마 카메라

파노라마 카메라는 단일 멀티센서 카메라로 180°~360°의 넓은 영역을 커버하는 고정형 카메라입니다. 감시에 주로 사용되며, 특히 넓은 장소의 활동 모니터링과 사고 감지, 사람의 이동 추적 및 구역 관리 개선에 사용됩니다. 새로운 파노라마 카메라 모델은 넓은 영역 커버리지와 멀티메가픽셀 해상도를 결합하여 디테일이 풍부한 디워핑 이미지를 제공합니다. Zipstream은 파노라마 카메라에서 모든 파노라마 보기 옵션을 사용할 수 있도록 지원하고, 필요 저장 공간을 대폭 감소시킬 수 있습니다.

6.4 AV1 지원

시스템 온 칩 ARTPEC-9을 사용하는 카메라에서는 Zipstream이 AOM에서 발표한 AV1 포맷을 기반으로 하드웨어 가속 AV1 비디오 인코딩을 지원합니다. 보안 분야에서는 완전히 새로운 기술이지만, AV1은 낮은 비트 레이트, 새로운 기능, 광범위한 클라이언트 디코더 지원 덕분에 결국 채택률 면에서 H.264의 자리를 대체할 것으로 기대되는 비디오 엔코더입니다.

AV1은 클라우드 솔루션을 위해 선호하는 비디오 엔코더 표준이 될 가능성이 높으며, 클라우드 통합 또는 모바일 사용자를 위한 원격 비디오 액세스를 필요로 하는 온프레미스 솔루션에도 유용할 것으로 보입니다. 생태계가 빠르게 확장되고 있는 AV1은 적은 리소스 사용에 최적화되어 있지만, 오프로딩이 필요할 때 맞춤형 하드웨어로 확장할 수도 있습니다.

6.5 H.265 지원

Zipstream은 국제 비디오 인코딩 표준 H.265를 지원합니다. 그러나 H.265는 노이즈 없는 방송 비디오 용으로 개발되었으며, 일반적으로 조도가 낮은 경우의 영상 감시용으로 아직 완전히 조정되지는 않았습니다. 뿐만 아니라 H.265 생태계 지원은 여전히 제한적이며 실질적인 진전이 부족합니다.

H.265용 Zipstream은 초기 H.264 버전과 동일한 도구와 이점을 제공하지만 복잡한 장면의 경우 비트 레이트가 훨씬 더 낮습니다. H.265는 디테일이 많고 움직이는 객체를 인코딩하는 데 매우 효율적이지만 어떤 경우에는 H.264를 사용하는 Zipstream이 여전히 낮은 대역폭을 제공할 수도 있습니다.

Zipstream은 카메라 SoC에 따라 재구성이나 복잡한 시스템 설정 없이도 동일한 카메라에서 H.264, H.265 및 AV1을 동시에 지원할 수 있습니다. 스트림별 코덱과 구성을 선택할 수 있는 진정한 멀티 스트리밍을 제공하므로, 이러한 종류의 영상을 모두 전송하거나 저장하여 유연성을 극대화할 수 있습니다. 이 다중 코덱 방식은 표준 간의 전환이 최대한 원활하게 이루어지게 하는 데 핵심적입니다.

7 Zipstream을 통한 스토리지 절감

카메라 감시 시스템은 비트 레이트를 줄이면서 동시에 이미지 품질을 유지해야 합니다. 장면의 아주 미세한 변화까지 감지해야 하며, 사고 발생 후 고급 포렌식 작업을 수행할 수 있어야 합니다. Zipstream은 정적 장면에 사용하는 비트 레이트가 낮기 때문에 지속 녹화가 가능합니다.

AXIS Camera Station Edge에서는 시스템 비용과 설치 편의성이 중요하므로 더 낮은 비트 레이트가 바람직합니다. 그 목적은 비용 효율적인 에지 스토리지에 충분한 품질의 영상을 저장하는 것입니다. 그러나, 이벤트의 과정을 쉽게 찾고 이해하려면 영상 품질을 체계적으로 저하시켜야 합니다. Zipstream은 과도한 데이터를 생성하지 않고 각 모션 트리거 이벤트에 대해 더 긴 녹화 세그먼트를 허용하여 누락된 트리거의 수를 줄입니다.

Zipstream은 스토리지 비용 또는 네트워크 부하를 줄이려는 사용자에게 적합합니다. 어떠한 영상 감시 시스템에서든 필요 저장 공간을 줄이면 시스템 크기나 스토리지 솔루션에 관계없이 총 비용이 절감됩니다. Zipstream을 사용하면 분당 녹화에 필요한 저장 공간이 감소합니다. 따라서 저장 공간을 늘릴 필요 없이 보존 기간, 해상도 또는 카메라 수를 증가시킬 수 있습니다.

Zipstream과 AV1을 사용하는 카메라는 효율적이고 낮은 비트 레이트의 비디오 인코딩이 필요한 클라우드 솔루션에 매우 매력적입니다. AV1은 플러그인 없이도 많은 모바일 장치, 컴퓨터 및 웹 브라우저에서 기본적으로 지원되므로 AV1을 사용하는 Zipstream은 클라우드 공급업체의 톨박스와 원활하게 통합됩니다. 추가적으로, AV1을 WebRTC와 함께 사용하면 기존 H.264 인코딩에 비해 훨씬 낮은 비트 레이트의 실시간, 낮은 지연 시간, 높은 해상도의 비디오 스트리밍을 구현할 수 있습니다.

7.1 비트 레이트 제어 및 포렌식 디테일

Axis는 이미지 품질이 실시간으로 장면 내용에 맞춰지는 가변 비트 레이트(VBR)를 적용한 네트워크 비디오 사용을 권장합니다. 고정 비트 레이트(CBR)를 저장 공간 감소 전략으로 사용하는 것은 권장하지 않습니다. CBR 영상을 제공하는 카메라가 비트 레이트 제한 때문에 중요 상황에서 중요한 포렌식 디테일을 버려야 할 수도 있기 때문입니다.

Zipstream을 사용하면 시스템 설치자가 VBR을 일정한 한도 내에서 또는 무제한으로 계속 사용하여 최적의 영상 품질을 제공하고 필요 저장 공간을 감소시킬 수 있습니다. 이를 통해 시스템은 고품질 영상을 계속 제공할 수 있습니다. 얼굴, 문신 및 복장 패턴과 같은 중요한 포렌식 디테일이 격리되고 보존되며 흰색 벽, 잔디 및 식물과 같은 관련성이 없는 부분은 흐릿하게 처리됩니다.

저장 솔루션 또는 네트워크가 절대적 대역폭 상한값을 요구할 경우, Zipstream은 일시적 대역폭 스파이크로부터 시스템을 보호하는 방법인 MBR과 호환됩니다.

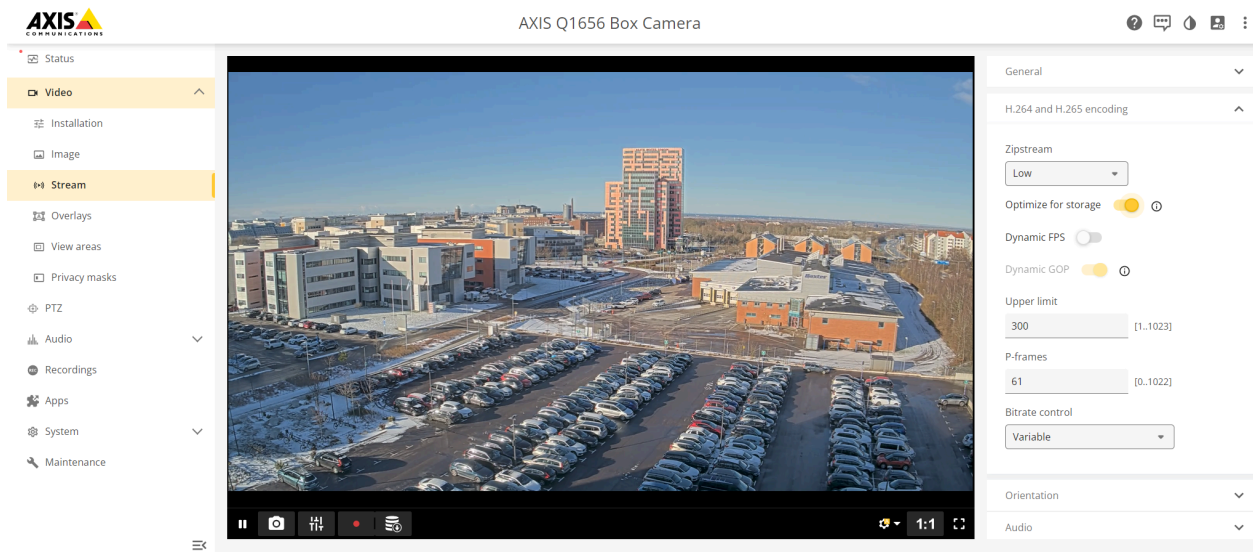
8 Zipstream 관리

많은 VMS 솔루션에서 Zipstream을 자동으로 요청할 수 있습니다. 카메라 웹 인터페이스 또는 AXIS Device Manager를 통해 Zipstream을 활성화할 수도 있습니다.

클래식 프로파일을 사용하여 각 알고리즘을 개별적으로 구성하거나 다른 프로파일 중 하나를 사용할 수 있습니다.

- **클래식 프로파일:** Zipstream 알고리즘의 주요 부분을 개별적으로 제어할 수 있도록 하는 기본 프로파일입니다.
- **스토리지 프로파일:** 비디오가 저장과 추후 액세스에 최적화되도록 Zipstream을 구성합니다. VMS에서 비디오 스트림을 요청하는 경우 스트림 프로파일 매개변수를 추가하면 스토리지 최적화 스트림을 받을 수 있습니다. VMS 연동을 사용할 수 없는 경우 카메라 웹 인터페이스에서 모든 스트

림에 스토리지 프로파일을 강제로 적용할 수 있습니다(Zipstream 설정에서 “Optimize for storage (스토리지 용도로 최적화)”를 선택합니다).



- **Network load-balancing profile(네트워크 부하 분산 프로파일):** 비디오가 고부하 네트워크에 최적화 되도록 Zipstream을 구성합니다. 선택적 매개변수 **Gradual decode refresh(점진적 디코딩 새로 고침)**는 다음 값으로 I-프레임 동작을 제어합니다.
 - Auto(자동): 비디오 프레임워크가 이 매개변수를 내부적으로 관리합니다. 이것이 기본 설정입니다.
 - Low(낮음): 점진적 디코딩 새로 고침은 비활성화되지만 I-프레임이 다른 프로파일보다 더 강하게 압축됩니다.
 - 평형: 대부분의 업데이트에서는 인트라 블록을 P-프레임에 분산하는 점진적 디코딩 새로 고침을 사용합니다. 비디오 재생 중 디코딩 호환성을 유지하기 위해 압축된 I-프레임도 일부 사용됩니다.
 - Extreme(매우 높음): 모든 업데이트가 점진적 디코딩 새로 고침을 통해 수행됩니다. 강하게 압축된 초기 I-프레임을 제외한 이후의 모든 새로 고침은 인트라 블록을 통해 처리됩니다.

8.1 Zipstream 설정

Zipstream은 장면의 모션과 콘텐츠, 주변 조도, 사용자가 제어할 수 있는 설정에 따라 압축 비디오 스트림을 조정합니다. 여기에는 Zipstream 전용 설정과 일반 비디오 스트림 설정이 포함됩니다.

Zipstream 설정:

- **Strength(강도):** Off(끄기)부터 Extreme(매우 높음)까지 다양한 수준이 있습니다. Zipstream 강도를 높이면 스토리지 사용량을 최소화할 수 있지만, 일부 장면에서는 화질 변화가 눈에 띄 수 있습니다.
 - Off(끄기): 비트레이트 감소 없음
 - Low(낮음): 대부분의 장면에서 화질 저하가 없습니다. 이것은 기본 옵션이며 비트레이트를 줄이기 위해 모든 유형의 장면에서 사용할 수 있습니다.
 - Medium(중간): 모션이 없는 영역처럼 관심도가 낮은 영역의 노이즈와 디테일 레벨을 약간 낮추므로 일부 장면에서 화질 변화가 눈에 띄 수 있습니다.
 - High(높음): 움직임이 없는 경우와 같이 관심이 낮은 영역에서 노이즈를 줄이고 세부 수준을 낮추어 일부 장면에서 가시적인 효과를 얻을 수 있습니다. 이 강도는 클라우드 연결 장치와 로컬 스토리지를 사용하는 장치에 권장됩니다.
 - Higher(더 높음): 모션이 없는 영역처럼 관심도가 낮은 영역의 노이즈와 디테일 레벨을 낮추므로 더 많은 장면에서 화질 변화가 눈에 띄 수 있습니다.

- Extreme(매우 높음): 대부분의 장면에서 가시적인 효과 있음. 비트레이트는 가능한 가장 작은 스토리지에 최적화되어 있습니다.

- **Dynamic GOP(동적 GOP):** 커짐 또는 꺼짐. 커짐으로 설정하면 허용되는 GOP 길이의 상한을 지정할 수 있습니다.
- **Dynamic FPS(동적 FPS):** 커짐 또는 꺼짐. 커짐으로 설정하면 허용되는 프레임 레이트의 하한을 지정할 수 있습니다.
- **Dynamic FPS frame skip mode(동적 FPS 프레임 건너뛰기 모드):** Empty(빈 프레임) 또는 Dropped(프레임 삭제).

동적 GOP(group of pictures)와 동적 FPS를 동시에 사용하면 비트 레이트를 더욱 줄일 수 있습니다. VMS 또는 기타 클라이언트 소프트웨어가 가변 GOP 길이를 처리하지 못하는 경우 최대 GOP 길이를 더 짧게 설정하거나 동적 GOP(group of pictures)를 끄십시오. 소프트웨어가 가변 프레임 레이트를 처리하지 못하는 경우 허용되는 최소 동적 FPS를 설정하거나 동적 FPS 프레임 건너뛰기를 끄십시오.

기본적으로 Zipstream을 지원하는 카메라는 강도가 Low(낮음)로 설정되고 동적 GOP(group of pictures)와 동적 FPS는 모두 꺼져 있습니다. 기본 설정은 비트 레이트를 줄이면서도 기존의 모든 소프트웨어 애플리케이션과 호환됩니다. 강도 매개변수의 모든 설정도 비트 레이트를 줄이면서 기존의 모든 애플리케이션과 호환됩니다.

일반 비디오 스트림 설정:

- 압축입니다. Zipstream이 활성화되어 있어도 카메라의 일반 압축 매개변수가 중요한 포렌식 디테일에 적용되는 압축 수준을 계속 제어합니다. 이 매개변수는 일반적으로 30으로 설정하며, Zipstream이 활성화된 경우에도 이 값을 권장합니다.
- 비트레이트 제어. 인코더에 내장된 비트 레이트 컨트롤러는 Zipstream과 결합하여 최대 비트 레이트(MBR) 제한을 적용할 수 있습니다. MBR은 일시적인 대역폭 스파이크로부터 시스템을 보호하기 위한 상한값을 포함하는 가변 비트 레이트(VBR) 구성입니다. 그러나 Zipstream과 VBR의 성능을 최대한 활용하려면 MBR 제한값이 장면 내 움직이는 객체의 디테일을 포착할 수 있을 만큼 충분히 높아야 합니다. 저장 기간을 늘리기 위해 비트 레이트를 제한하려면 클라우드 연결 카메라 또는 엣지 스토리지를 사용하는 카메라에서 Zipstream 강도 매개변수를 High(높음)로 설정하고 동적 GOP(group of pictures)를 활성화해야 합니다. 이 설정은 비트 레이트가 복잡도의 변화에 맞춰 변경될 수 있는 경우 움직임 감지 트리거링 및/또는 MBR 시스템과 조합하기에 적합합니다.

Zipstream 설정 및 매개변수에 대한 자세한 내용은 Axis 개발자 문서를 참조하십시오.

- <https://developer.axis.com/vapix/network-video/zipstream-technology/>
- <https://developer.axis.com/vapix/network-video/parameter-management/image-api/#url-options>
- <https://developer.axis.com/vapix/network-video/media-stream-over-http/#axis-cgimediacy>

9 두문자어와 약어

AOM: 개방형 미디어 연합(Alliance for Open Media)

AV1: AOMedia 비디오 1(AOMedia Video 1)

CBR: 고정 비트 레이트(constant bitrate)

FPS: 초당 프레임(frames per second)

GOP: 사진 그룹(group of pictures)

HEVC: 고효율 영상 코딩(High Efficiency Video Coding)

IEC: 국제전기기술위원회(International Electrotechnical Commission)

ISO: 국제표준화기구(International Organization for Standardization)

ITU: 국제전기통신연합(International Telecommunication Union)

ITU-T: ITU 전기통신표준화부문(Telecommunication Standardization Sector)

MBR: 최대 비트 레이트(maximum bitrate)

MPEG: 동영상 전문가 그룹(Moving Picture Experts Group)

PTZ: 팬-틸트-줌(pan-tilt-zoom)

ROI: 관심 영역(region of interest)

SoC: 시스템 온 칩(system on chip)

VBR: 가변 비트 레이트(variable bitrate)

VCEG: 영상 코딩 전문가 그룹(Video Coding Experts Group) 또는 시각적 코딩 전문가 그룹(Visual Coding Experts Group)

VMS: 영상 관리 시스템(video management system)

Axis Communications에 대하여

Axis는 보안, 안전, 운영 효율성 및 비즈니스 인텔리전스를 향상시켜 더 스마트하고 더 안전한 세상을 실현합니다. 네트워크 기술 회사이자 업계 선도 기업인 Axis는 영상 감시, 접근 제어, 인터콤 및 오디오 솔루션을 제공합니다. 이러한 솔루션은 지능형 분석 애플리케이션으로 보완되고 고품질 교육을 통해 지원됩니다.

50개 이상의 국가에서 약 5,000명의 Axis 임직원이 전 세계의 기술 및 시스템 통합 파트너와 협력하여 고객에게 최적의 솔루션을 제공하고 있습니다. Axis는 1984년에 설립되었으며 본사는 스웨덴 룬드에 있습니다.