

# IP 비디오용 비트 레이트 제어

평균 비트 레이트(ABR), 가변 비트 레이트(VBR) 및 최대 비트 레이트(MBR)

3월 2023

## 요약

비트 레이트 컨트롤러는 인코딩된 비디오의 비트 레이트를 추적하고 정보 감소 여부를 결정하는 메커니즘입니다. 비디오 시스템의 대역폭 및 저장 용량과 일치하는 비트 레이트를 달성하기 위해 다양한 비트 레이트 전략을 사용할 수 있습니다. 이 백서에서는 Axis의 네트워크 비디오에서 가장 일반적으로 사용되는 세 가지 전략 또는 비트 레이트 제어 방법(ABR, VBR 및 MBR)을 제시하고 비교합니다. CBR(constant bitrate) 방법은 다른 네트워크 비디오 제공업체에서 널리 사용되는 방법이므로 부록에서 간략하게 설명합니다.

- **ABR(평균 비트 레이트)**은 비디오 품질을 개선하는 동시에 저장 공간을 시스템의 한계 내로 유지하도록 고안된 정교한 비트 레이트 제어 방법입니다. ABR 방법의 주요 목표는 대역폭을 절약하는 것이 아니지만, ABR 방법은 시간이 지남에 따라 비트 레이트 용량을 유지합니다. 비디오 스트림에는 특정 양의 저장 공간이 할당되고 ABR 컨트롤러는 전체 스트림에 맞도록 비디오 품질을 조정합니다.

ABR은 현재 비트 레이트를 지속적으로 모니터링하기 때문에 카메라는 소비된 저장 공간의 양을 추적하고 해당 기간 동안 최적의 비디오 품질을 보장하기 위해 비트 레이트 목표를 지속적으로 조정합니다. 초기의 유휴 기간의 저장 공간은 나중의 더 많이 사용되는 기간에 고품질 비디오 품질을 유지하는 데 사용할 수 있으며 비트 레이트 용량이 준수됩니다. ABR은 예약된 일시 중지 기간 없이 연속적으로 녹화된 스트림과 함께 작동합니다. 소프트웨어 버전 9.40 이상의 ATPEC 기반 Axis 제품에 의해 지원되며, ABR은 Zipstream의 훌륭한 보완입니다.

- **VBR(가변 비트 레이트)**은 가장 간단한 비트 레이트 제어 전략입니다. VBR의 장점은 비디오 품질이 일정하게 유지되고 훼손되지 않는다는 것이지만, 주요 단점은 저장 공간 필요량을 예측할 수 없다는 것입니다. 장면의 모션 또는 기타 이벤트로 인해 스트림 크기 및 비트 레이트가 크게 증가할 수 있으므로 VBR을 사용하는 시스템은 이러한 경우에 대해 상당히 많은 여유 저장 공간을 유지해야 합니다.
- **MBR(최대 비트 레이트)**은 비디오 장면의 복잡성에 관계없이 비트 레이트가 지정된 값 아래로 유지되도록 보장하는 전략입니다. 비트 레이트는 일시적으로 한도를 초과하는 것이 허용되지만, MBR은 평균 비트 레이트가 그보다 낮게 유지되도록 합니다. 비트 레이트 제한은 일반적으로 전반적으로 감소하는 이미지 품질에 대한 영향을 고려하지 않고 수행됩니다. 실제 비트 레이트와 비트 레이트 제한 간의 차이가 클수록 포렌식 관련 디테일이 소실될 위험이 커집니다. 비트 레이트 제한을 신중하게 선택하면, MBR은 불필요한 비트 레이트 피크로부터 시스템을 효과적으로 보호하고 저장 공간 제한 또는 네트워크 연결 불량으로 인한 데이터 손실을 방지할 수 있습니다.

저장 공간, 네트워크, VMS 모두 용량에 제한이 없다면 VBR이 최고의 비디오 품질을 제공할 것입니다. 용량 제한이 있는 시스템에서는 신중하게 선택한 압축 레벨과 높은 비트 레이트 제한을 사용하는 MBR로 비디오 품질을 높게 유지할 수 있습니다. 그러나 대부분의 경우 MBR 제한을 적용하여 구성된 ABR이 아마도 최선의 선택일 것입니다. 이 조합은 변화하는 장면 조건에서도 최적의 비디오 품질을 유지할 수 있으며 MBR 제한이 충분히 높으면 비트 레이트 저하를 알립니다.

# 목차

1	서론	4
2	배경: 비트 레이트 제어의 기초	4
2.1	정보 감소 전략	4
2.2	비디오 인코딩 표준	5
2.3	비트 레이트 제어 및 Zipstream	5
3	평균 비트 레이트(ABR)	5
3.1	소모 계획으로 비트 레이트 제어	5
3.2	ABR 구성	6
3.3	ABR과 Zipstream	7
3.4	ABR을 지원하는 제품	7
4	가변 비트 레이트(VBR)	7
5	최대 비트 레이트(MBR)	8
6	비트 레이트 제어 세부 정보: 작동 및 제한	8
6.1	ABR	9
6.1.1	장면 및 설정	9
6.1.2	ABR 이벤트	9
6.2	VBR - 장면 및 설정	10
6.3	MBR - 장면 및 설정	10
7	비트 레이트에 영향을 주는 비디오 설정	11
8	비트 레이트 제어 비교	12
9	부록 1: 고정 비트 레이트(CBR)	12

# 1 서론

비트 레이트 컨트롤러는 인코딩된 비디오의 비트 레이트를 추적하고 정보 감소 여부를 결정하는 메커니즘입니다. 비디오 시스템의 대역폭 및 저장 용량과 일치하는 비트 레이트를 달성하기 위해 다양한 비트 레이트 전략을 사용할 수 있습니다.

이 백서에서는 Axis의 네트워크 비디오 제품에 사용되는 비트 레이트 제어 방법(ABR, VBR 및 MBR)을 제시하고 비교합니다. 다양한 장면 유형에 대한 비트 레이트 제어 방법의 적합성을 논의 및 비교하고 각 방법의 효율성에 영향을 미치는 매개변수를 제시합니다. CBR(고정 비트 레이트)은 다른 네트워크 비디오 제공업체에서 널리 사용되므로 부록에서 간략하게 설명합니다.

## 2 배경: 비트 레이트 제어의 기초

대부분의 보안 시스템에는 용량 제한이 있습니다. 스토리지 리소스, 네트워크 대역폭 또는 둘 다를 맞추기 위해 보안 시스템에는 비디오 스트리밍 장치가 생성하는 정보의 양을 제한하고 제어하는 메커니즘이 필요합니다. 이 메커니즘이 바로 비트 레이트 제어입니다.

### 2.1 정보 감소 전략

비트 레이트 제어는 매우 높은 비트 레이트의 원시 비디오를 애플리케이션에 적합한 비트 레이트의 전송 가능 또는 저장 가능 비디오로 변환하는 비디오 인코딩 프로세스와 밀접하게 연결되어 있습니다. 비디오 인코딩 알고리즘은 불필요한 정보를 식별 및 제거하고 비디오를 최적의 비디오 스트림으로 포맷합니다. 동시에, 출력 비트 레이트를 추적하고 얼마나 많은 정보를 줄여야 하는지 결정하는 비트 레이트 컨트롤러인 제어 루프도 작동합니다. 선택한 비트 레이트 전략을 따르는 방식으로 원하는 비트 레이트를 달성해야 하며, 이는 주로 비디오 품질의 동적 조정을 통해 수행됩니다.

비디오가 계속해서 지정된 품질 기대치를 충족하도록 하는 동시에 비디오 비트 레이트를 조정하는 방법이 많이 있습니다. 그러나 대부분의 알고리즘은 사전에 수동 입력이 필요하며 변화하는 장면 조건에 자동으로 적응하지 않습니다. 비디오 저장 비용이 많이 들고 감시 시스템이 감독 없이 계속 작동할 수 있어야 하기 때문에 감시 상황에서 비트 레이트를 구성하는 것은 복잡하고 시간이 많이 걸립니다.

비트 레이트 제어의 가장 일반적인 방법은 최대 비트 레이트(MBR) 및 고정 비트 레이트(CBR)이며, 이러한 방법은 선택한 비트 레이트 제한을 적용하지만 포렌식 비디오 품질을 크게 저하시킬 수도 있습니다. 평균 비트 레이트(ABR)는 구성 요구를 최소화하고 감독 없이 최적의 비디오 품질을 전달할 수 있도록 하는 더 정교한 비트 레이트 제어 전략입니다.

ABR과 MBR을 비교하기 위해 다음 그림은 움직임이 많은 대용량 장면의 비디오에서 잘라낸 스냅샷을 보여줍니다. 이 비디오는 500kbps의 비트 레이트 제한으로 인코딩되었으며 다른 비트 레이트 제어 방법(왼쪽은 ABR, 오른쪽은 MBR)을 사용했습니다. 이미지 품질과 프레임 레이트는 ABR의 경우 훨씬 더 높았습니다. 이 방법을 사용하면 매우 조용한 장면에서 짧은 시간의 움직임이 발생하는 동안 훨씬 더 높은 순간 비트 레이트(약 4000kbps)가 가능하기 때문입니다. ABR 컨트롤러에는 필요할 때 일시적으로 더 높은 비트 레이트를 허용할 수 있는 저장 공간 용량이 있었지만 MBR 알고리즘에는 그런 유연성이 없었습니다.

ABR = 500 kbps

MBR = 500 kbps



25 FPS

8 FPS

그림 2.1 움직임이 많은 대용량 장면의 비디오에서 잘라낸 스냅샷. 이미지 품질과 프레임 레이트는 ABR의 경우 훨씬 더 높았습니다. 이 방법을 사용하면 매우 조용한 장면에서 짧은 시간의 움직임이 발생하는 동안 훨씬 더 높은 순간 비트 레이트(약 4000kbps)가 가능하기 때문입니다.

## 2.2 비디오 인코딩 표준

비트 레이트가 높을수록 일반적으로 비디오 품질이 향상되지만 일부 비디오 인코딩 알고리즘은 다른 알고리즘보다 더 효율적입니다. 비디오 인코더 알고리즘은 비디오 인코딩 표준에 따라 그룹화되며 각 세대는 일반적으로 동일한 비트 레이트를 유지하면서 비디오를 더 압축합니다. 오늘날 가장 널리 사용되는 비디오 인코딩 표준은 H.264/AVC입니다. 최신 버전 H.265/HEVC는 주로 복잡성, 제한된 저조도 성능 및 라이선스 문제로 인해 아직 감시 산업에 널리 적용되지 않았습니다.

## 2.3 비트 레이트 제어 및 Zipstream

Axis Zipstream 기술은 표준 인코더보다 훨씬 더 효율적인 표준 호환 비디오 인코더 구현입니다. 대부분의 비트 레이트 절약 기술과 달리 Zipstream은 비트 레이트를 제한하지 않습니다. 대신에, 지능형 알고리즘은 관련 포렌식 정보가 로컬에서 높은 품질로 식별되고 보존되도록 하는 반면, 평균 비트 레이트를 낮추는 것을 목표로 다른 부분을 더 많이 줄입니다. 즉, 비디오 인코더가 Zipstream 알고리즘을 사용하여 이미지에서 비트를 저장할 위치를 결정하는 경우에, 비트 레이트 제어 알고리즘은 전략을 시행하는 데도 도움이 됩니다.

# 3 평균 비트 레이트(ABR)

ABR은 최적의 비디오 품질을 제공하는 동시에 카메라당 할당된 저장 공간량의 확장을 방지하는 정교한 비트 레이트 제어 방법입니다. 카메라 레벨에서 보존 기간과 할당된 저장 공간을 구성함으로써 내장 알고리즘은 비디오 압축 매개변수를 지속적으로 모니터링하고 조정하여 이미지 품질을 저하시키지 않고 저장 공간 예측을 신뢰할 수 있도록 만듭니다.

## 3.1 소모 계획으로 비트 레이트 제어

ABR은 카메라 설정에서 구성한 비트 레이트 용량을 기반으로 비트 레이트를 제어합니다. 비디오 스트림에는 특정 양의 저장 공간이 할당되며 카메라의 ABR 컨트롤러는 전체 기간의 비디오를 저장 공간 용량에 맞추기 위해 비디오 품질을 조정합니다. ABR은 비트 레이트를 지속적으로 모니터링하기 때문에 카메라는 소비된 저장 공간의 양을 추적하고 해당 기간 동안 최적의 비디오 품질을 보장하기 위해 비트 레이트 목표를 지속적으로 추정합니다. 초기의 유휴 기간의 저장 공간은 나중에, 더 많이 사

용되는 기간에 고품질 비디오 품질을 유지하는 데 사용할 수 있으며 총 비트 레이트 용량이 준수됩니다.

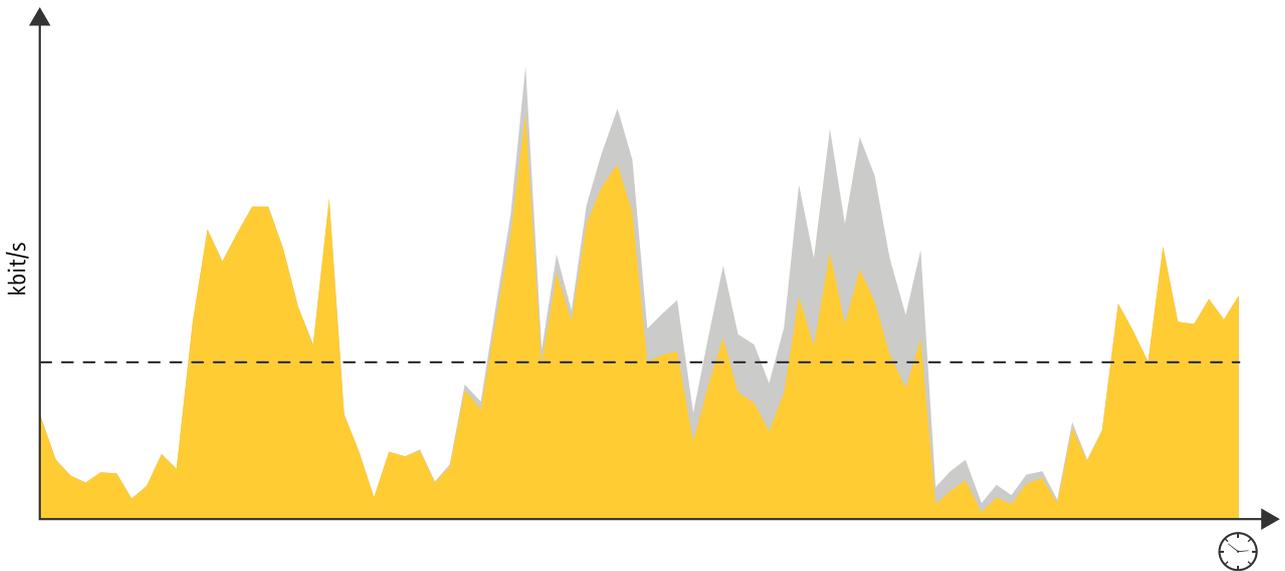


그림 3.1 ABR을 사용하면 초기의 유휴 기간의 절약 덕분에 피크 이벤트 발생 시에도 높은 이미지 품질을 유지할 수 있습니다. 설정된 기간 동안 평균화된 비트 레이트 목표를 달성해야 합니다.

ABR 알고리즘은 비트 레이트 기록을 기반으로 추정하고 저장 목표를 충족하도록 압축 레벨을 자동으로 조정합니다. 압축 레벨(양자화 매개변수 QP에 의해 결정됨)은 이미지 품질에 직접적인 영향을 미치지만 현실적으로 구성된 경우 ABR이 품질을 최적화하고 여전히 저장 한도 내에서 유지됩니다.

ABR은 스트림별로 구성됩니다. 비트 레이트 기록은 동일한 매개변수 세트를 사용하는 각 스트림 구성에 대해 고유하며 스트림이 일시적으로 연결이 끊어지거나 카메라가 다시 시작되더라도 알고리즘은 계속 작동합니다.

ABR은 예약된 일시 중지 기간 없이 연속 녹화를 제공하는 모든 유형의 애플리케이션 및 시스템에 사용할 수 있습니다.

### 3.2 ABR 구성

ABR이 지나치게 제한된 대역폭 용량으로 구성된 경우 컨트롤러는 카메라의 이벤트 시스템에서 비트 레이트 저하 이벤트를 발생시킵니다. 이러한 이벤트는 카메라 이벤트를 선택하고 시스템 소유자에게 알림을 생성하는 모든 시스템 소프트웨어에서 모니터링할 수 있습니다. 카메라의 사용자 인터페이스에는 구성에 도움이 되는 내장형 비트 레이트 계산기가 있습니다. 카메라와 특정 사용 사례에 최적화된 설정을 계산할 수 있는 온라인 도구인 AXIS Site Designer를 통해 가장 안전하고 정확한 저장 공간 추정치를 제공할 수 있습니다.

구성할 설정에는 다음이 포함됩니다.

- 보존 기간
- 저장 또는 목표 비트 레이트(계산기가 이들 사이에서 변환함)
- 최대 비트 레이트(선택적으로, 평균 비트 레이트를 최대 비트 레이트 제한과 결합하는 데 사용할 수 있음)

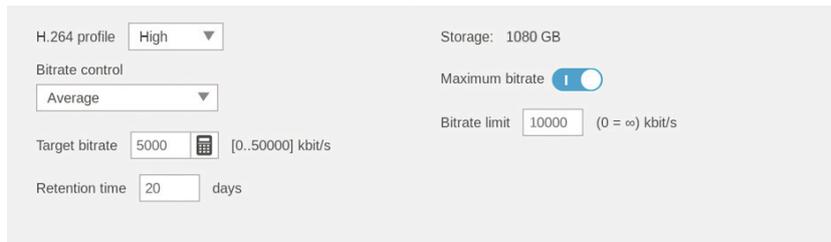


그림 3.2 비트 레이트 계산기 및 MBR 제한 추가 옵션이 있는 카메라 구성 UI.

ABR 구성을 위한 새로운 VAPIX API를 통해 모든 VMS 벤더는 VMS에서 직접 ABR 구성을 구현할 수 있습니다. 저장 공간 제한을 관리하는 가장 좋은 방법은 전체 저장 공간 용량을 제어할 수 있는 시스템의 중앙 지점에서 관리하는 것입니다. AXIS Device Manager 도구도 여러 카메라의 자동 및 조정된 ABR 구성을 지원합니다.

### 3.3 ABR과 Zipstream

ABR은 Zipstream 조정 및 Zipstream 레벨에 영향을 미치지 않고 Axis Zipstream과 함께 매우 잘 작동합니다. Zipstream 알고리즘 자체는 이미지의 우선 순위가 지정되지 않은 영역에서 대역폭을 계속 절약합니다. ABR을 사용하면 Zipstream을 통해 절약한 대역폭을 나중에 장면에 일시적인 대역폭 피크가 있을 수 있는 경우 사용할 수 있습니다. 동적 FPS와 동적 GOP 모두를 통해 절약한 대역폭을 나중에 포렌식 가치를 개선하는 데 사용할 수 있습니다.

### 3.4 ABR을 지원하는 제품

ABR은 ARTPEC-5, ARTPEC-6, ARTPEC-7, ARTPEC-8에 기반하고 소프트웨어 버전 9.40 이상이 탑재된 Axis 제품에서 지원됩니다.

## 4 가변 비트 레이트(VBR)

VBR은 가장 간단한 비트 레이트 제어 전략입니다. VBR의 장점은 비디오 품질이 일정하게 유지되고 훼손되지 않는다는 것이지만, 주요 단점은 저장 공간 필요량을 예측할 수 없다는 것입니다. 이는 장면의 모션 또는 기타 이벤트로 인해 스트림 크기 및 비트 레이트가 크게 증가할 수 있어서 VBR을 사용하는 시스템이 이러한 경우에 대해 비교적 많은 여유 저장 공간을 유지해야 하기 때문입니다.



그림 4.1 VBR을 사용하면 비트 레이트가 달라질 수 있으므로 이미지 품질이 저하되지 않고 저장 공간 요구량도 예측할 수 없습니다.

## 5 최대 비트 레이트(MBR)

MBR은 비디오 장면의 복잡성에 관계없이 비트 레이트가 설정된 제한 아래로 유지되도록 보장합니다. 비트 레이트가 제한을 초과하면 MBR은 비트 레이트를 낮추기 위해 단순히 비디오를 추가로 압축합니다. 이는 일반적으로 전반적으로 감소하는 이미지 품질에 대한 영향을 고려하지 않고 수행됩니다. 실제 비트 레이트와 제한 간의 차이가 클수록 압축 증가로 인해 포렌식 관련 디테일이 손실될 위험이 커집니다.

MBR을 사용하면 비트 레이트가 일시적으로 제한을 초과할 수 있습니다. 시간이 지남에 따라 평균 비트 레이트가 제한보다 낮아집니다.

MBR은 영상 감시 장비에 널리 사용됩니다. 아쉽게도 비트 전송 레이트 제한은 종종 매우 낮은 기본 값으로 설정되어 복잡한 장면에서 비디오 품질이 최적화 되지 않습니다. 또한 대부분의 저장 공간 계산 도구는 낮은 MBR 한도를 기준으로 계산합니다. 즉, 이러한 도구의 도움으로 비디오 감시 시스템을 설계하는 보안 컨설턴트 및 통합업체가 저장 공간이 고품질 비디오 녹화에 충분하지 않은 시스템을 만들게 될 수 있습니다.

MBR 알고리즘은 주로 많은 저장 공간을 절약하기 위한 것이 아니라 대량의 데이터 손실을 방지하도록 고안되었습니다. 비트 레이트 제한을 신중하게 선택하면, MBR은 불필요한 비트 레이트 피크로부터 시스템을 효과적으로 보호하고 저장 공간 제한 또는 네트워크 연결 불량으로 인한 데이터 손실을 방지할 수 있습니다.

Axis 제품에 사용된 MBR 알고리즘은 이전에 CBR(고정 비트 레이트)이라고 했습니다. 자세한 내용은 CBR에 대한 부록을 참조하십시오.

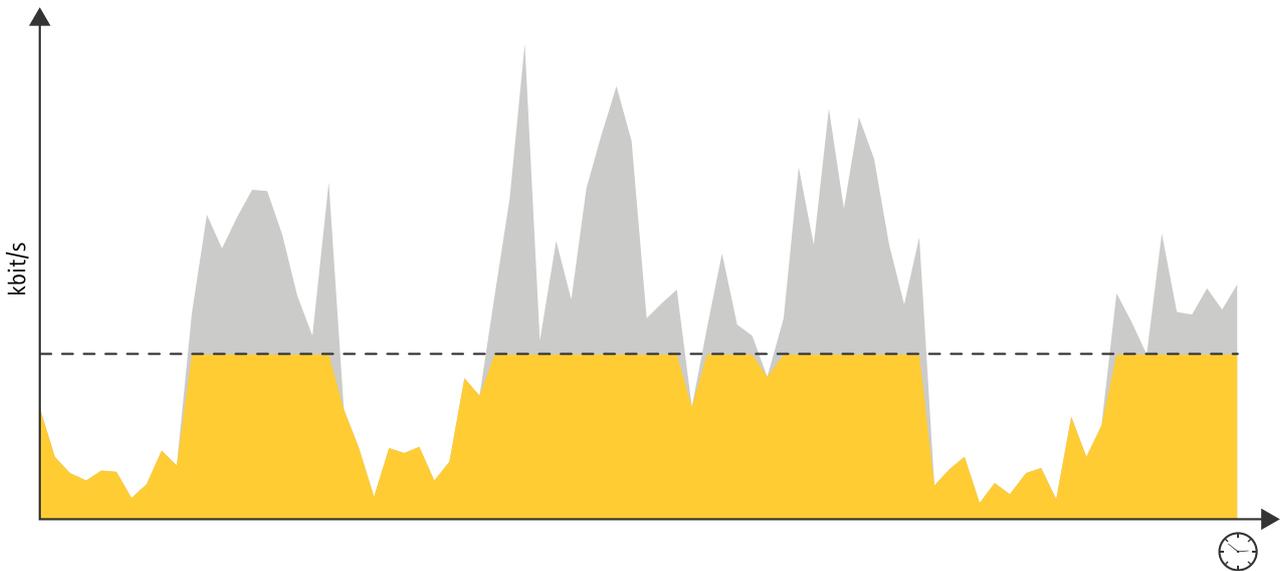


그림 5.1 MBR(여기서는 공격적인 비트 레이트 제한으로 설명됨). 저장 공간 요구량은 예측 가능하지만 복잡한 장면에서는 정보 손실이 심각할 수 있습니다.

## 6 비트 레이트 제어 세부 정보: 작동 및 제한

각 비트 레이트 제어 방법에는 비트 레이트에 영향을 주는 특정 설정이 있습니다. 구성의 일부는 복잡하고 완전히 논리적으로 보이지 않을 수 있습니다. 이는 Axis API 기록, 기존 구현 및 기존 파트너 애플리케이션과의 역호환성 목표와 관련된 상황 때문입니다. 프레임 레이트, 해상도, WDR 설정 및 카메라 매개변수와 같은 기타의 더 많은 일반적인 이미지 매개변수도 비트 레이트에 영향을 줍니다. 이 장의 끝 부분에서는 비트당 최상의 품질을 얻기 위해 카메라에서 비트 레이트를 최적화하는 단계를 설명합니다.

다음 하위 섹션에서는 움직임이 거의 또는 전혀 없는 감시 장면을 설명하기 위해 복잡성이 낮은 장면이라는 용어를 사용합니다. 복잡성이 높은 장면은 일반적으로 다양한 방향의 움직임을 많이 포함하지만 PTZ(팬-틸트-줌) 카메라가 새 위치로 이동할 때 정적 장면이 될 수도 있습니다.

## 6.1 ABR

### 6.1.1 장면 및 설정

ABR은 주로 대역폭을 절약하도록 고안되지는 않았지만 비디오 품질을 개선하는 동시에 시스템의 저장 한도를 초과하지 않도록 하기 위한 것입니다. 이 방법은 예약된 일시 중지 기간 없이 연속적으로 녹화된 스트림에서 작동합니다. ABR은 일정 기간 동안 평균화된 비트 레이트 목표에 도달하기 위해 자동 매개변수 조정 기능이 있는 MBR 알고리즘으로 구현됩니다.

ABR 알고리즘은 품질과 비트 레이트 간의 올바른 균형을 찾기 위해 일반적인 장면 변동과 함께 24시간의 기간이 필요합니다. ABR은 녹화를 삭제하거나 저장하지 않습니다. 단순히 용량 구성을 제어하며 레코더 설정이 이 구성과 일치하는 것이 중요합니다.

복잡성이 낮은 장면은 비트 레이트가 낮은 스트림을 생성하지만 복잡성을 증가시키는 요인이 발생하자마자 비트 레이트가 더 높아집니다.

복잡성이 높은 장면은 비트 레이트가 높은 스트림을 생성합니다. 그러나 컨트롤러가 장기 저장 목표가 위험할 수 있다고 추정하면 시각적 품질이 저하되고 실제로 필요한 경우 프레임 레이트도 감소할 수 있습니다. 일시적인 오버슈트가 허용되며 비트 레이트 용량이 허용하는 경우 이전에 저장된 비트 레이트를 사용하여 나중에 더 중요한 데이터를 유지할 수 있습니다. ABR이 합리적인 MBR 제한과 결합되면 극한의 장면 조건에서 약한 녹화 장치, 비디오 플레이어 또는 네트워크에 과부하가 가해지는 것을 방지할 수 있습니다. 극단적인 경우 저장 공간 한도를 초과할 수 있지만, 이것은 선택한 저장 공간 또는 목표 비트 레이트가 비현실적일 때만 발생해야 합니다. 아래 이벤트 섹션을 참조하십시오.

ABR에 영향을 주는 설정:

- 압축 레벨은 비디오에 필요한 품질을 설정합니다. 압축 레벨이 낮을수록 시각적 품질이 향상되지만 더 높은 비트 레이트도 생성됩니다. 압축 레벨이 높을수록 비트 레이트가 낮아지지만 비디오 품질도 낮아집니다.
- 보존 기간은 녹화를 저장할 기간(일)의 길이를 설정합니다.
- 저장 공간 또는 목표 비트 레이트는 기간에 대한 제한을 정의합니다. 계산기는 둘 사이를 자동으로 변환합니다.
- 최대 비트 레이트는 네트워크 링크 또는 레코더의 과부하를 방지하기 위해 평균 비트 레이트 제한 이외에 적용되는 선택적(더 높은) 제한을 설정합니다.
- GOP 길이는 비디오에 사용되는 GOP(Group of Picture)의 길이를 구성합니다. GOP 길이가 짧을수록 I-프레임이 더 자주 발생하므로 비트 레이트가 더 높아집니다. GOP 길이 값이 높을수록 I-프레임이 더 적어져 비트 레이트가 더 낮아집니다. GOP 길이가 너무 길면 녹화된 비디오의 검색 기능이 더 복잡해집니다. 비디오의 다음 P-프레임을 렌더링하기 위해 I-프레임을 참조해야 하기 때문입니다. 또한 데이터 손실의 경우 I-프레임만 완전히 업데이트 되므로 시각적 아티팩트가 남게 됩니다.

### 6.1.2 ABR 이벤트

스트림의 품질이 예상보다 낮은 경우 ABR은 운영자에게 경고하는 이벤트를 생성할 수 있습니다. 이것은 웹 GUI("Average bitrate degradation(평균 비트 레이트 저하)")에서 이벤트 트리거로 사용할 수 있으며 이벤트 스트림에도 표시됩니다. 이벤트 스트림을 사용하여 다음과 같은 여러 경우를 구별할 수 있습니다.

- low\_bitrate - 너무 큰 ABR 가용량  
비트 레이트가 예상보다 훨씬 낮아 스토리지의 일부가 사용되지 않음을 의미합니다.
- low\_quality - ABR 스트림 품질이 낮을 것으로 예상됨  
비디오 품질이 예상보다 많이 조정되어 Axis 표준을 충족하지 못합니다.
- very\_low\_quality - ABR 스트림 품질이 불충분할 것으로 예상됨

low\_quality와 동일하지만, 품질이 예상보다 훨씬 많이 감소하여 비디오 품질이 불충분합니다.

- high\_bitrate - ABR이 목표를 달성하지 못하여 스토리지가 부족할 것임  
비트 레이트가 예상보다 높아 원하는 것보다 더 많은 스토리지가 사용됩니다.
- abr\_error(ABR 오류) – 통합 ABR 트리거(웹 GUI에서와 동일한 이벤트 트리거). 즉, low\_quality, very\_low\_quality 또는 high\_bitrate가 true입니다.

이벤트를 수신하려면 녹화 소프트웨어(VMS)가 ABR에 대해 준비되어 있어야 하며 이벤트를 올바르게 수신, 처리 및 표시할 수 있어야 합니다.

ABR에 대한 자세한 내용은 Axis ADP 파트너 및 Axis 개발자 커뮤니티 구성원이 사용할 수 있는 VAPIX 설명서에서 찾을 수 있습니다([www.axis.com/partners/adp-partnerprogram](http://www.axis.com/partners/adp-partnerprogram) 또는 [www.axis.com/developer-community](http://www.axis.com/developer-community)을 통해 로그인).

## 6.2 VBR – 장면 및 설정

Axis 네트워크 카메라는 최대 허용 비트 레이트가 50Mbit/s임을 명시하는 H.264 레벨 4.1을 준수합니다. 즉, VBR 모드에서도 다른 시스템과 호환되도록 비트 레이트를 50Mbit/s로 제한해야 합니다. 따라서 품질 및/또는 프레임 레이트는 50Mbit/s보다 높은 비트 레이트가 필요한 비디오에서 감소할 수 있습니다.

복잡성이 낮은 장면은 비트 레이트가 낮은 스트림을 생성하지만 복잡성을 증가시키는 요인이 발생하자마자 비트 레이트가 더 높아집니다.

복잡성이 높은 장면은 비트 레이트가 높은 스트림을 생성합니다. 극한 조건에서 비트 레이트는 약한 녹화 장치, 비디오 플레이어 또는 네트워크에 과부하를 줄 수 있습니다. 인프라가 충분하지 않으면 패킷 손실, 비디오 프레임 손상 또는 스트림 중지가 발생합니다.

VBR에 영향을 주는 설정:

- 압축 레벨은 비디오에 필요한 품질을 설정합니다. 압축 레벨이 낮을수록 시각적 품질이 향상되지만 더 높은 비트 레이트도 생성됩니다. 압축 레벨이 높을수록 비트 레이트가 낮아지지만 비디오 품질도 낮아집니다.
- GOP 길이는 비디오에 사용되는 GOP(Group of Picture)의 길이를 구성합니다. GOP 길이가 짧을수록 I-프레임이 더 자주 발생하므로 비트 레이트가 더 높아집니다. GOP 길이 값이 높을수록 I-프레임이 더 적어져 비트 레이트가 더 낮아집니다. GOP 길이가 너무 길면 녹화된 비디오의 검색 기능이 더 복잡해집니다. 비디오의 다음 P-프레임을 렌더링하기 위해 I-프레임을 참조해야 하기 때문입니다. 또한 데이터 손실의 경우 I-프레임만 완전히 업데이트 되므로 시각적 아티팩트가 남게 됩니다.

## 6.3 MBR – 장면 및 설정

최대 비트 레이트는 비디오의 대역폭 소모가 선택한 비트 레이트 제한 아래로 유지될 수 있도록 고안되었습니다. 현실적인 제한을 고려하여 구성이 올바르게 수행되면 장기 및 단기 대역폭이 모두 이 한계 미만으로 유지됩니다. Axis 카메라에는 비트 패딩이 적용되지 않으므로 실제 비트 레이트는 한계보다 훨씬 낮을 수 있습니다.

MBR 알고리즘은 비트 레이트 스파이크를 최대한 제한하기 위해 장면 변경에 빠르게 반응합니다. 그러나 MBR의 목표는 단기 비트 레이트 스파이크를 수용할 수 있는 소프트웨어 디코더용 고품질 스트림을 제공하는 것이므로 불필요한 품질 저하에 대응하기 때문에 일시적인 오버슈트가 허용됩니다.

비트 레이트 컨트롤러가 작용하는 비트 레이트와 비교하여 오버레이에 보이는 비트 레이트 측정값에 시간 차이가 있다는 점에 유의하십시오. 이러한 비트 레이트 측정값이 다른 경우 비트 레이트 컨트롤러가 프레임 드롭을 실행하는 경우가 있을 수 있습니다. 비트 레이트 컨트롤러는 장기 비트 레이트와 순간 비트 레이트 모두에서 작동하기 때문에 오버레이 자체로는 품질이나 프레임 레이트의 모든 저하를 설명할 수 없습니다.

복잡성이 낮은 장면의 경우 비트 레이트가 낮습니다. 매우 낮은 복잡성의 경우 비트 레이트는 실제로 선택한 비트 레이트 제한보다 훨씬 낮을 수 있습니다. 복잡성이 어느 정도 증가하면 시각적 품질이 저하됩니다. 단기 오버슈트는 매우 제한적입니다.

복잡성이 높은 장면의 경우 시각적 품질이 저하되고 필요한 경우 프레임 레이트가 감소합니다. 장면이 자주 변경되면 몇 가지 작은(진폭 및 시간 면에서) 오버슈트가 발생할 수 있으며 비트 레이트의 스파이크를 최소화하기 위해 프레임 드롭이 사용됩니다.

MBR에 영향을 주는 매개변수:

- 압축 레벨은 비디오에 대해 가능한 최상의 품질을 설정합니다. 압축 레벨이 낮을수록 시각적 품질이 향상되지만 가능한 비트 레이트도 높아집니다. 압축률이 높아질수록 비트 레이트가 낮아지지만 비디오 품질도 낮아지고 비트 레이트가 목표 비트 레이트보다 더 낮아질 수 있습니다.
- 목표 비트 레이트는 달성할 목표를 최대(kbit/s 단위)로 설정합니다.
- GOP 길이는 비디오에 사용되는 GOP(Group of Picture)의 길이를 구성합니다. GOP 길이가 짧을수록 I-프레임이 더 자주 발생하므로 비트 레이트가 더 높아집니다. GOP 길이 값이 높을수록 I-프레임이 더 적어져 비트 레이트가 더 낮아집니다. GOP 길이가 너무 길면 녹화된 비디오의 검색 기능이 더 복잡해집니다. 비디오의 다음 P-프레임을 렌더링하기 위해 I-프레임을 참조해야 하기 때문입니다. 또한 데이터 손실의 경우 I-프레임만 완전히 업데이트 되므로 시각적 아티팩트가 남게 됩니다.

우선 순위는 비트 레이트 컨트롤러의 우선 순위를 없애고, 품질 또는 프레임 레이트로 설정합니다. 이것은 비트 레이트 컨트롤러의 일부 내부 매개변수를 재구성합니다. 품질 옵션은 프레임 레이트를 희생시키면서 언제든지 최상의 시각적 품질로 이어집니다. 프레임 레이트 옵션은 프레임 레이트가 우선 시 되는 동안 화질이 저하될 수 있습니다.

## 7 비트 레이트에 영향을 주는 비디오 설정

아래 표는 비디오의 비트 레이트에 영향을 주기 위해 변경할 수 있는 매개변수와 옵션을 보여줍니다.

표 7.1 비디오 매개변수 및 그 옵션.

1. 코덱	VMS에서 비디오 엔코더 H.264 또는 H.265(또는 MJPEG)를 선택합니다.
	Zipstream 지원 Zipstream 강도 구성: 중간 동적 GOP 활성화(VMS에서 지원하는 경우) 동적 FPS 활성화(VMS에서 지원하는 경우)
2. 비디오 해상도	VMS에서 비디오 해상도를 선택합니다.
	고화질(720p)
	FHD(1080p)
	4K 이상
3. 프레임 레이트	VMS에서 프레임 레이트(초당 프레임)를 선택합니다.
4. 압축률	25: Axis 표준보다 높은 품질
	30: Axis 표준 압축
	35: Axis 표준보다 낮은 품질
5. 비트 레이트 컨트롤러 모드	ABR(필요한 경우 MBR 제한 포함)
	MBR
	VBR

6. GOP 길이	각 I-프레임 사이의 P-프레임 수를 정의합니다. GOP가 길어지면 저장 공간이 더 많이 절약되지만 랜덤 액세스에 더 많은 시간이 소요됩니다.
7. 이미지 매개변수	비트 레이트에 영향을 주는 이미지 설정 구성: WDR, 로컬 대비, 톤 매핑, EIS, 채도, 선명도, 대비 등
8. 야간 모드 매개변수	야간 모드 매개변수를 조정하여 야간 노이즈 감소: 최대 셔터, 최대 게인, ...  Lightfinder 2가 탑재된 제품은 노이즈 감소를 조정할 수 있습니다. 시간적 노이즈 필터, 공간적 노이즈 필터.
9. 장면 조명/보기	야간 조명을 추가하거나 카메라를 확대/축소하거나 이동하여 장면을 재구성하여 비디오에서 불필요하게 복잡한 객체를 피합니다. 특정 영역 감시 차단(프라이버시 마스크)을 사용하여 움직임이 있거나 관심이 없는 영역을 가립니다.

## 8 비트 레이트 제어 비교

여기에 표시된 표에는 비디오 품질 및 저장 공간 필요량, 구성 요구사항, 유지관리 요구사항 및 알림 제공 여부와 관련한 비트 레이트 제어 방법이 요약되어 있습니다.

표 8.1 비트 레이트 제어 전략의 비교.

방법	저장	품질	구성 요구사항	유지관리 요구사항	자동 알림
VBR	-	+++	없음	저장 공간 모니터링, 자동화 가능	저장 공간에서
MBR	+	예측 불가능	낮음	이미지 품질, 수동 작업	사용할 수 없음
CBR	+	예측 불가능	낮음	이미지 품질, 수동 작업	사용할 수 없음
ABR	++	++	중간	비트 레이트 감소, 경고 가능	비트 레이트 감소
ABR + MBR	++ (+++)	++	중간	예측 불가능	비트 레이트 감소

저장 공간, 네트워크, VMS 모두 용량에 제한이 없다면 VBR이 최고의 비디오 품질을 제공할 것입니다. 용량 제한이 있는 시스템에서는 신중하게 선택한 압축 레벨과 높은 비트 레이트 제한을 사용하는 MBR로 비디오 품질을 높게 유지할 수 있습니다. 그러나 대부분의 경우 MBR 제한을 적용하여 구성된 ABR이 아마도 최선의 선택일 것입니다. 이 조합은 변화하는 장면 조건에서도 최적의 비디오 품질을 유지할 수 있으며 MBR 제한이 충분히 높으면 비트 레이트 저하를 알립니다.

## 9 부록 1: 고정 비트 레이트(CBR)

비트 레이트 제어 방법 CBR은 인코더의 출력에서 비트 레이트를 일정하게 유지하는 것을 목표로 합니다. 동일한 속도로 지속적으로 소비되기 때문에 비트 레이트는 시간이 지남에 따라 증가하는 것은 아니며 비디오에서 어떤 일이 발생하든 대상에 고정된 상태를 유지해야 합니다. CBR은 미디어 순환과 같은 고정 용량 채널에서 멀티미디어 콘텐츠를 스트리밍하는 데 유용합니다. CBR은 지속적인 재생을 보장하기 위해 소비자 비디오 산업을 위해 설계되었습니다.

CBR은 패딩 데이터를 포함하고 비디오 품질에 도움이 되지 않는 저장 공간을 낭비할 수 있기 때문에 저장에 최적이지 않습니다. 비디오가 대상 비트 레이트를 유지할 만큼 충분히 복잡하지 않은 경우 인코더는 비트 패딩을 수행하여 미사용 공간을 채울 수 있습니다. 즉, 스트림을 비디오에 영향을 주지 않는 빈 비트로 채울 수 있습니다.

CBR은 비트 레이트 컨트롤러가 매개변수를 새로운 장면에 적응시키는 동안 품질에 크고 단기적인 변화를 일으킬 수 있습니다.

복잡성이 낮은 장면의 경우 비트 레이트는 비트 패딩의 도움으로 목표 비트 레이트로 유지됩니다. 복잡성이 어느 정도 증가하면 시각적 품질이 저하됩니다. 단기 오버슈트는 매우 제한적입니다.

복잡성이 높은 장면의 경우 시각적 품질이 저하되고 필요한 경우 프레임 레이트가 감소합니다. 장면이 자주 변경되면 몇 가지 오버슈트(진폭 면에서 크지만 시간 면에서 작은)가 발생할 수 있으며 비트 레이트의 스파이크를 최소화하기 위해 프레임 드롭이 사용됩니다.

#### CBR에 영향을 주는 매개변수:

- 압축 레벨은 비디오에 대해 가능한 최상의 품질을 설정합니다. 압축 레벨이 낮을수록 시각적 품질이 향상되지만 가능한 비트 레이트도 높아집니다. 압축이 높을수록 비트 레이트가 낮아지지만 비디오 품질도 낮아집니다.
- 목표 비트 레이트는 달성할 목표를 설정합니다(kbit/s 단위로).
- GOP 길이는 비디오에 사용되는 GOP(Group of Picture)의 길이를 구성합니다. GOP 길이가 짧을수록 I-프레임이 더 자주 발생하므로 비트 레이트가 더 높아집니다. GOP 길이 값이 높을수록 I-프레임이 더 적어져 비트 레이트가 더 낮아집니다. GOP 길이가 너무 길면 녹화된 비디오의 검색 기능이 더 복잡해집니다. 비디오의 다음 P-프레임을 렌더링하기 위해 I-프레임을 참조해야 하기 때문입니다. 또한 데이터 손실의 경우 I-프레임만 완전히 업데이트 되므로 시각적 아티팩트가 남아 있습니다.
- 우선 순위는 비트 레이트 컨트롤러의 우선 순위를 없애고, 품질 또는 프레임 레이트로 설정합니다. 이것은 비트 레이트 컨트롤러의 일부 내부 매개변수를 재구성합니다. 품질 옵션은 프레임 레이트를 희생시키면서 언제든지 최상의 시각적 품질로 이어집니다. 프레임 레이트 옵션은 프레임 레이트가 우선 시 되는 동안 화질이 저하될 수 있습니다.

Axis 제품은 비트 패딩이 수행되지 않으므로 CBR을 사용하지 않습니다. MBR은 CBR과 가장 유사하지만 불필요하게 빈 비트를 저장하지 않고 사용 가능한 방법입니다. MBR을 사용하면 복잡성이 낮은 장면에서 비트 레이트가 목표 아래로 떨어질 수 있습니다.

## 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.