

Controle da taxa de bits para vídeos IP

Taxa de bits média (ABR), taxa de bits variável (VBR) e taxa de bits máxima (MBR)

Março 2023

Resumo

Um controlador de taxa de bits é um mecanismo que rastreia a taxa de bits do vídeo codificado e determina se ela precisa ser reduzida. Diferentes estratégias de taxa de bits podem ser empregadas para atingir uma taxa de bits que corresponda à largura de banda e à capacidade de armazenamento do sistema de vídeo. Este white paper apresenta e compara as três estratégias ou métodos de controle de taxa de bit que são mais usados em vídeos em rede da Axis: ABR, VBR e MBR. O método CBR (taxa de bits constante) é apresentado resumidamente em um apêndice, visto que é amplamente usado por outros provedores de vídeo em rede.

- **A ABR (taxa de bits média)** é um esquema de controle de taxa de bits sofisticado, projetado para melhorar a qualidade do vídeo enquanto também mantém o armazenamento dentro dos limites do sistema. Embora seu objetivo principal não seja economizar largura de banda, o método ABR mantém o orçamento da taxa de bits ao longo do tempo - um stream de vídeo é atribuído a uma certa quantidade de armazenamento, e o controlador ABR adapta a qualidade do vídeo para ajustar todo o stream.

Como a ABR monitora constantemente a taxa de bits do momento, a câmera rastreia a quantidade de armazenamento consumida e projeta continuamente a meta da taxa de bits para garantir a qualidade ideal do vídeo durante o período. O armazenamento não utilizado de períodos anteriores mais ociosos pode ser usado para manter a alta qualidade do vídeo em períodos posteriores mais movimentados, e o orçamento da taxa de bits é respeitado. A ABR funciona com streams continuamente gravados sem períodos de pausa programados. É compatível com produtos da Axis baseados em ARTPEC com software de versão 9.40 ou posterior, em que a ABR é um bom complemento para Zipstream.

- **A VBR (taxa de bits variável)** é a estratégia de controle de taxa de bits mais simples. Embora tenha a vantagem da qualidade de vídeo constante e não comprometida, a principal desvantagem é que as necessidades de armazenamento podem ser imprevisíveis. O movimento ou os outros eventos na cena podem fazer com que o tamanho do stream e a taxa de bits aumentem significativamente, portanto, um sistema que usa VBR deve manter margens de armazenamento bastante grandes para tais ocasiões.
- **A MBR (taxa de bits máxima)** é uma estratégia que garante que a taxa de bits ficará abaixo de um valor especificado, independentemente da complexidade da cena do vídeo. Enquanto a taxa de bits pode ultrapassar momentaneamente o limite, a MBR garante que a taxa de bits média permaneça abaixo. O limite da taxa de bits é feito sem nenhuma análise dos efeitos na qualidade da imagem, que normalmente é reduzida no geral. Quanto maior a diferença entre a taxa de bits real e o limite da taxa de bits, maior o risco de perder detalhes relevantes do ponto de vista forense. Se o limite da taxa de bits for cuidadosamente selecionado, a MBR pode proteger efetivamente um sistema de picos de taxa de bits desnecessários e evitar a perda de dados causada por limitações de armazenamento ou conectividade de rede deficiente.

Se o armazenamento, a rede e o VMS tiverem capacidade ilimitada, a VBR fornecerá a melhor qualidade de vídeo. Em um sistema com limitações de capacidade, a qualidade do vídeo pode permanecer alta com um nível de compactação cuidadosamente selecionado e MBR com um alto limite de taxa de bits. Entretanto, na maioria dos casos a ABR configurada com um limite de MBR é provavelmente a melhor escolha. Essa combinação pode manter a qualidade ideal do vídeo mesmo em condições variáveis de cena, e se o limite da MBR for alto o suficiente, qualquer degradação da taxa de bits será notificada.

Sumário

1	Introdução	4
2	Contexto: noções básicas de controle de taxa de bits	4
2.1	Estratégias para reduzir as informações	4
2.2	Padrões de codificação de vídeo	5
2.3	Controle de taxa de bits e Zipstream	5
3	Taxa de bits média (ABR)	6
3.1	Controle de taxa de bits com um plano de gastos	6
3.2	Configuração da ABR	7
3.3	ABR e Zipstream	7
3.4	Produtos compatíveis com ABR	7
4	Taxa de bits variável (VBR)	8
5	Taxa de bits Máxima (MBR)	8
6	Detalhes de controle de taxa de bits: comportamento e limitações	9
6.1	ABR	9
6.2	VBR - cenas e configurações	11
6.3	MBR - cenas e configurações	11
7	Configurações de vídeo que impactam a taxa de bits	12
8	Comparação do controle de taxa de bits	13
9	Apêndice 1: Taxa de bits constante (CBR)	14

1 Introdução

Um controlador de taxa de bits é um mecanismo que rastreia a taxa de bits do vídeo codificado e determina se ela precisa ser reduzida. Diferentes estratégias de taxa de bits podem ser empregadas para atingir uma taxa de bits que corresponda à largura de banda e à capacidade de armazenamento do sistema de vídeo.

Este white paper apresenta e compara os métodos de controle de taxa de bits usados em produtos de vídeo em rede da Axis: ABR, VBR e MBR. Discutimos e comparamos a adequação dos métodos para diferentes tipos de cenas e apresentamos os parâmetros que afetam a eficiência de cada método. A CBR (taxa de bits constante) é apresentada resumidamente em um apêndice, uma vez que é amplamente usada por outros provedores de vídeo em rede.

2 Contexto: noções básicas de controle de taxa de bits

A maioria dos sistemas de segurança tem limitações de capacidade. Para combinar recursos de armazenamento, largura de banda de rede ou ambos, um sistema de segurança precisa de um mecanismo que limite e controle a quantidade de informações que os dispositivos de streaming de vídeo geram. Esse mecanismo é o controle de taxa de bits.

2.1 Estratégias para reduzir as informações

O controle de taxa de bits está intimamente ligado ao processo de codificação de vídeo que converte vídeo bruto em taxas de bits extremamente altas em vídeo pronto para transporte ou armazenamento, com uma taxa de bits adequada para o aplicativo. O algoritmo de codificação de vídeo identifica e remove informações desnecessárias e formata o vídeo em um stream de vídeo ideal. Simultaneamente, também existe um loop de controle em funcionamento - o controlador de taxa de bits - que rastreia a taxa de bits de saída e determina quanta informação precisa ser reduzida. A taxa de bits desejada deve ser alcançada de forma que siga a estratégia de taxa de bits selecionada, o que é feito principalmente por meio do ajuste dinâmico da qualidade do vídeo.

Existem muitos métodos para ajustar a taxa de bits do vídeo e, ao mesmo tempo, garantir que o vídeo continue atendendo às expectativas de qualidade fornecidas. No entanto, a maioria dos algoritmos requer entrada manual com antecedência e não se adaptará automaticamente às mudanças nas condições do cenário. É complicado e demorado realizar a configuração da taxa de bits em situações de monitoramento, uma vez que o armazenamento de vídeos é caro e o sistema de monitoramento deve ser capaz de continuar operando sem supervisão.

Os métodos mais comuns de controle de taxa de bits são a taxa de bits máxima (MBR) e a taxa de bits constante (CBR), que aplicam o limite de taxa de bits selecionado, mas que também podem reduzir drasticamente a qualidade do vídeo forense. A taxa de bits média (ABR) é uma estratégia de controle de taxa de bits mais sofisticada, que minimiza as necessidades de configuração e permite a entrega não supervisionada de uma ótima qualidade de vídeo.

Para comparar ABR e MBR, a figura a seguir mostra instantâneos recortados de um vídeo de uma cena grande com bastante movimento. O vídeo foi codificado com um limite de taxa de bits de 500 kbps, usando diferentes métodos de controle de taxa de bits - ABR à esquerda e MBR à direita. A qualidade da imagem e a taxa de quadros foram significativamente mais altas com ABR, uma vez que este método permitiu uma taxa de bits instantânea muito maior (aproximadamente 4000 kbps) durante um curto período de movimento em uma cena muito silenciosa. O controlador da ABR tinha o orçamento de armazenamento

para permitir uma taxa de bits temporariamente mais alta quando necessário, enquanto o algoritmo da MBR não tinha essa flexibilidade.

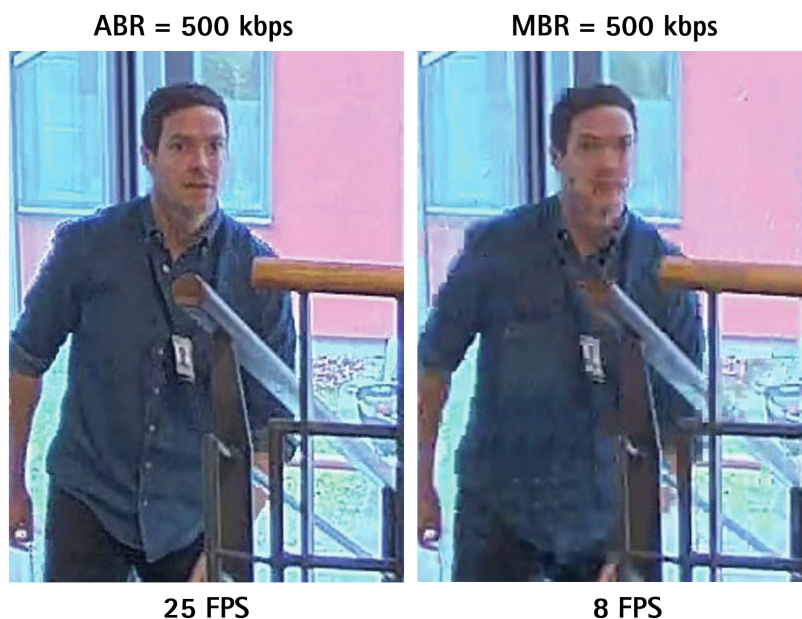


Figure 1. Instantâneos recortados de um vídeo de uma cena grande com bastante movimento. A qualidade da imagem e a taxa de quadros foram significativamente mais altas com ABR, uma vez que este método permitiu uma taxa de bits instantânea muito maior (aproximadamente 4000 kbps) durante um curto período de movimento em uma cena muito silenciosa.

2.2 Padrões de codificação de vídeo

Uma taxa de bits mais alta geralmente significa melhor qualidade de vídeo, mas alguns algoritmos de codificação de vídeo são mais eficientes do que outros. Os algoritmos do codificador de vídeo são agrupados por padrões de codificação de vídeo, e cada geração normalmente consegue compactar ainda mais o vídeo, mantendo a mesma taxa de bits. Atualmente, o padrão de codificação de vídeo mais popular é o H.264/AVC. A última versão H.265/HEVC ainda não foi amplamente implantada no setor de monitoramento, principalmente devido à complexidade, desempenho limitado com pouca luz e problemas de licenciamento.

2.3 Controle de taxa de bits e Zipstream

A Axis Zipstream technology é uma implementação de codificador de vídeo compatível com o padrão, totalmente mais eficiente do que os codificadores padrões. Diferente da maioria das tecnologias que economizam a taxa de bits, o Zipstream não se restringe a apenas limitar a taxa de bits. Pelo contrário, algoritmos inteligentes garantem que as informações forenses relevantes sejam identificadas e preservadas localmente em alta qualidade, enquanto outras partes são reduzidas ainda mais, com o objetivo de diminuir a taxa de bits média. Isso significa que, mesmo que o codificador de vídeo use o algoritmo Zipstream para decidir onde salvar os bits na imagem, o algoritmo de controle de taxa de bits ajudará também a aplicar a estratégia.

3 Taxa de bits média (ABR)

A ABR é um método de controle de taxa de bits sofisticado que oferece qualidade de vídeo ideal e também evita a extensão da quantidade alocada de armazenamento por câmera. Ao configurar o tempo de retenção e o armazenamento alocado no nível da câmera, o algoritmo incorporado monitora e adapta continuamente os parâmetros de compactação do vídeo, tornando as previsões de armazenamento confiáveis, sem sacrificar a qualidade da imagem.

3.1 Controle de taxa de bits com um plano de gastos

A ABR controla a taxa de bits com base no orçamento da taxa de bits que você define nas configurações da câmera. Um stream de vídeo recebe uma quantidade de armazenamento específica e o controlador da ABR na câmera adapta a qualidade do vídeo para que o vídeo do período inteiro caiba no orçamento. Como a ABR monitora constantemente a taxa de bits, a câmera rastreará a quantidade de armazenamento consumida e projeta continuamente a meta da taxa de bits para garantir a qualidade ideal de vídeo do período. O armazenamento não utilizado de períodos anteriores ociosos, pode ser usado para manter a alta qualidade de vídeo em períodos posteriores mais movimentados, qo mesmo tempo o orçamento de taxa de bits total é respeitado.

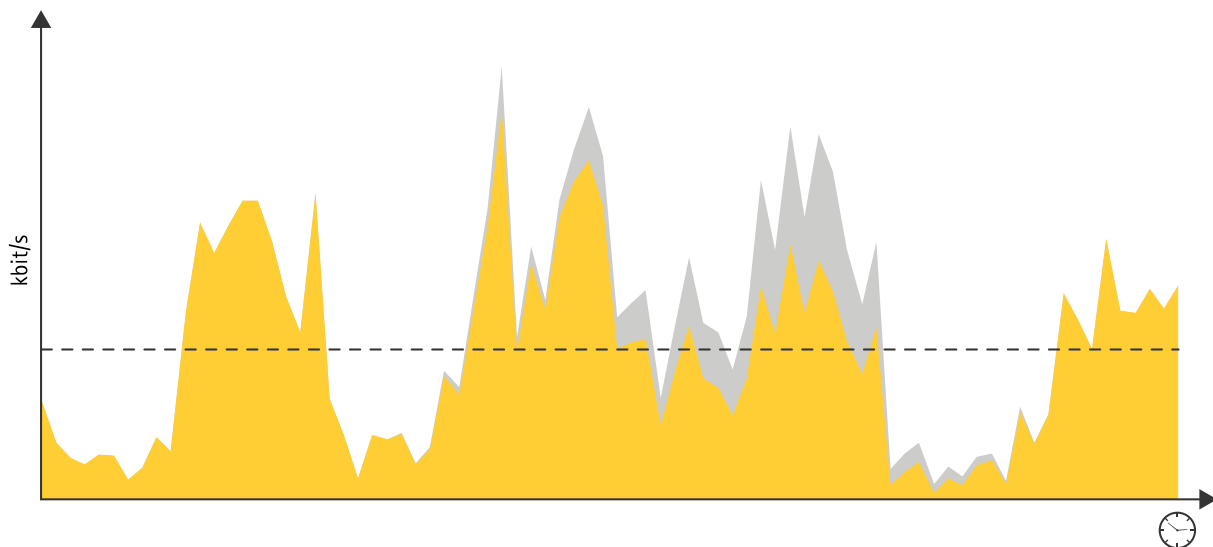


Figure 2. Com a ABR, uma alta qualidade da imagem pode ser mantida durante eventos de pico graças à economia de períodos anteriores ociosos. Em média, durante um determinado período de tempo, a meta da taxa de bits deve ser cumprida.

O algoritmo da ABR faz estimativas com base no histórico da taxa de bits e ajusta automaticamente o nível de compactação para atender à meta de armazenamento. O nível de compactação (determinado pelo parâmetro de quantização QP) afeta diretamente a qualidade da imagem, mas se for configurado de forma realista, a ABR otimizará a qualidade e ainda permanecerá dentro dos limites de armazenamento.

A ABR é configurada por stream. O histórico da taxa de bits é exclusiva para cada configuração de stream com o mesmo conjunto de parâmetros, e o algoritmo continuará a funcionar mesmo se um stream for temporariamente desconectado ou a câmera for reiniciada.

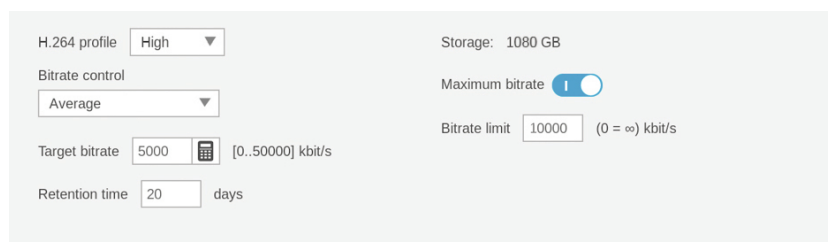
A ABR pode ser usada para todos os tipos de aplicativos e sistemas com gravação contínua sem períodos de pausa programados.

3.2 Configuração da ABR

Se a ABR for configurada com um orçamento de largura de banda excessivamente restrito, o controlador emitirá eventos de degradação de taxa de bits no sistema de eventos da câmera. Esses eventos podem ser monitorados por qualquer software de sistema que capta os eventos da câmera e gera notificações para o proprietário do sistema. A interface do usuário da câmera possui uma calculadora de taxa de bits integrada que ajuda na configuração. As estimativas de armazenamento mais seguras e precisas podem ser fornecidas pela ferramenta on-line AXIS Site Designer que calcula configurações otimizadas para a câmera e casos de uso específicos.

As configurações a serem definidas incluem:

- retention time (período de retenção)
- armazenamento ou meta de taxa de bits (a calculadora converterá conforme o caso)
- taxa de bits máxima (opcional, pode ser usada para combinar a taxa de bits média com um limite de taxa de bits máxima)



The screenshot shows a configuration interface for a camera. It includes the following elements:

- H.264 profile:** A dropdown menu set to "High".
- Storage:** A label indicating "1080 GB".
- Bitrate control:** A dropdown menu set to "Average".
- Maximum bitrate:** A toggle switch that is currently turned on.
- Target bitrate:** A text input field containing "5000" with a calculator icon to its right. Below it, the range "[0..50000] kbit/s" is displayed.
- Bitrate limit:** A text input field containing "10000" with the text "(0 = ∞) kbit/s" next to it.
- Retention time:** A text input field containing "20" followed by the word "days".

Figure 3. IU de configuração da câmera com calculadora de taxa de bits e opção para adicionar o limite da MBR.

Uma nova API VAPIX para a configuração da ABR permitirá que todos os fornecedores de VMS implementem a configuração da ABR diretamente no VMS. A melhor maneira de gerenciar as restrições de armazenamento é de um ponto central no sistema em que todo o orçamento de armazenamento pode ser controlado. A ferramenta AXIS Device Manager também suporta a configuração ABR automática e coordenada de várias câmeras.

3.3 ABR e Zipstream

A ABR funciona muito bem junto com o Axis Zipstream, com ajuste Zipstream não afetado e nível Zipstream. O próprio algoritmo do Zipstream continuará a economizar largura de banda em áreas não priorizadas da imagem. A ABR permite que a economia do Zipstream seja usada no futuro, quando houver picos temporários de largura de banda na cena. As economias com o FPS dinâmico e o grupo de imagens dinâmico podem ser usadas posteriormente para melhorar o valor forense.

3.4 Produtos compatíveis com ABR

A ABR é compatível com produtos Axis baseados em ARTPEC-5, ARTPEC-6, ARTPEC-7 e ARTPEC-8, com software de versão 9.40 ou posterior.

4 Taxa de bits variável (VBR)

A VBR é a estratégia de controle de taxa de bits mais simples. Embora tenha a vantagem da qualidade de vídeo constante e não comprometida, a principal desvantagem é que as necessidades de armazenamento podem ser imprevisíveis. Isso se deve ao movimento ou aos outros eventos na cena que podem fazer com que o tamanho do stream e a taxa de bits aumentem significativamente, portanto, um sistema que usa VBR deve manter margens de armazenamento relativamente grandes para tais ocasiões.

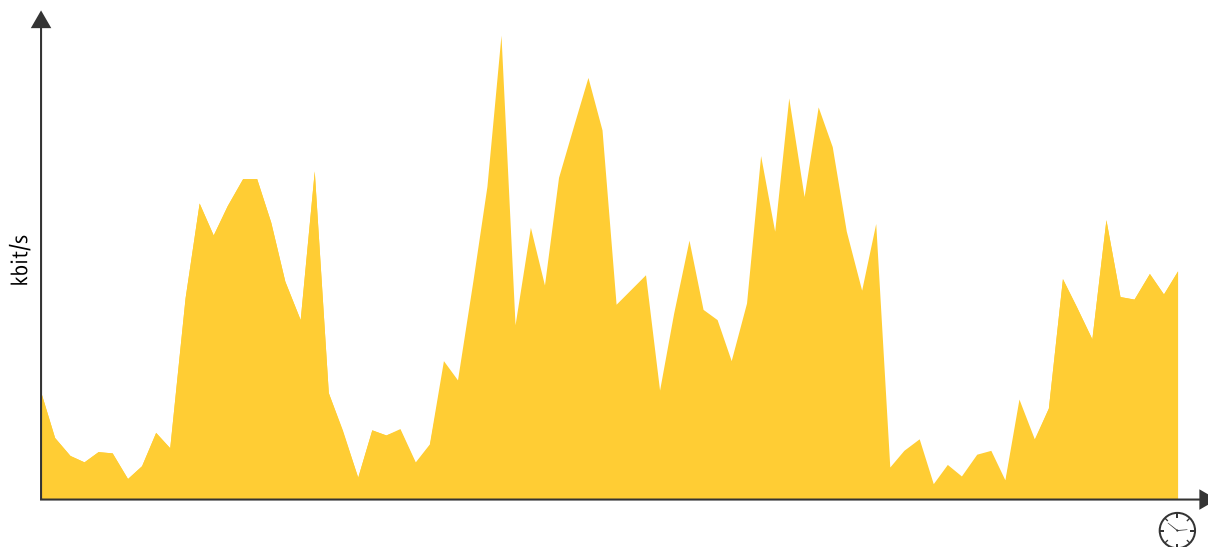


Figure 4. Com a VBR, a taxa de bits pode variar, resultando em qualidade de imagem não comprometida, mas também em necessidades de armazenamento imprevisíveis.

5 Taxa de bits Máxima (MBR)

A MBR garante que a taxa de bits permaneça abaixo de um limite definido, independentemente da complexidade da cena do vídeo. Se a taxa de bits exceder o limite, a MBR simplesmente compacta mais o vídeo para manter a taxa de bits baixa. Isso é feito sem nenhuma análise dos efeitos na qualidade da imagem, que normalmente é reduzida no geral. Quanto maior a diferença entre a taxa de bits real e o limite, mais alto é o risco de perder detalhes relevantes do ponto de vista forense devido à maior compactação.

Observe que a MBR permite que a taxa de bits ultrapasse momentaneamente o limite. A taxa de bits média ao longo do tempo ficará abaixo do limite.

A MBR é amplamente utilizada em equipamentos de monitoramento por vídeo. Infelizmente, o limite da taxa de bits costuma ser definido com um valor padrão muito baixo, causando uma qualidade de vídeo abaixo do ideal em cenas complexas. A maioria das ferramentas de cálculo de armazenamento também baseiam seus cálculos no limite de MBR baixo, o que significa que os consultores e integradores de segurança, que projetam sistemas de videomonitoramento com a ajuda dessas ferramentas, podem criar sistemas em que o armazenamento é insuficiente para gravações de vídeo de alta qualidade.

O algoritmo MBR não foi projetado primariamente para economizar grandes quantidades de armazenamento, mas para evitar grandes perdas de dados. Se o limite da taxa de bits for cuidadosamente selecionado, a MBR pode proteger efetivamente um sistema de picos de taxa de bits desnecessários e evitar a perda de dados causada por limitações de armazenamento ou conectividade de rede deficiente.

O algoritmo MBR usado nos produtos da Axis era conhecido anteriormente como CBR, taxa de bits constante. Confira o apêndice sobre CBR para saber mais.

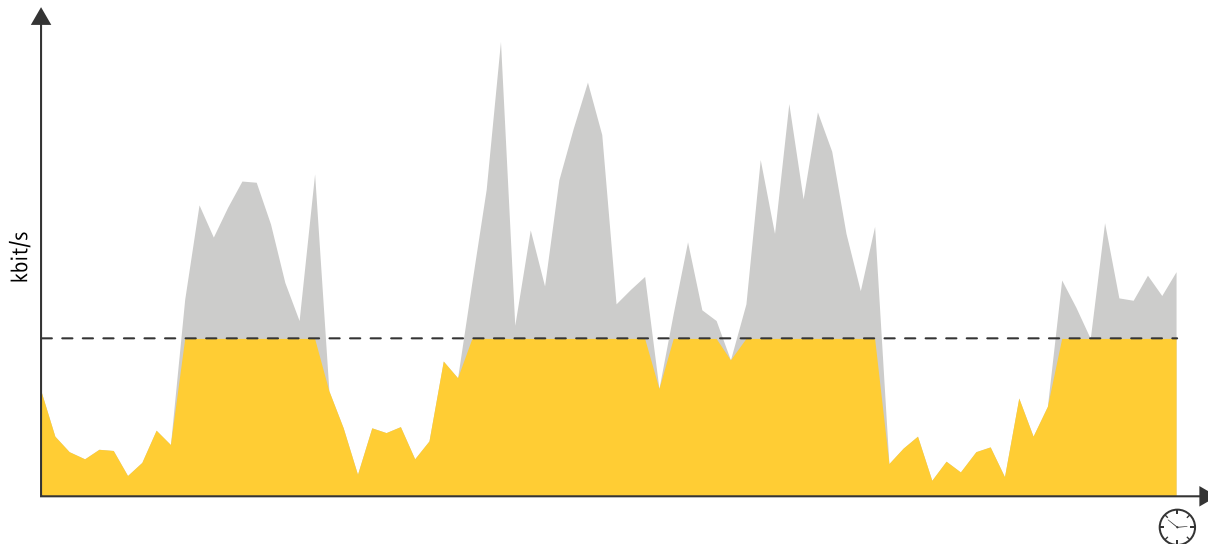


Figure 5. MBR, aqui ilustrada com um limite agressivo de taxa de bits. Os requisitos de armazenamento serão previsíveis, mas a perda de informações pode ser grande em cenas complexas.

6 Detalhes de controle de taxa de bits: comportamento e limitações

Para cada método de controle de taxa de bits existem configurações específicas que influenciam a taxa de bits. Algumas partes da configuração podem ser complexas e podem não parecer completamente lógicas. Isso se deve a circunstâncias relacionadas ao histórico da API da Axis, à implementação do legado e ao objetivo de serem compatíveis com versões anteriores de aplicativos de parceiros. Outros parâmetros de imagem mais gerais, como taxa de quadros, resolução, configurações de WDR e parâmetros da câmera, também afetam a taxa de bits. No final deste capítulo há uma descrição das etapas para otimizar a taxa de bits de uma câmera para obter a melhor qualidade por bit.

Nas subseções a seguir, usamos o termo cena de baixa complexidade para descrever uma cena de monitoramento com pouco ou nenhum movimento. Uma cena de alta complexidade normalmente contém muito movimento em diferentes direções, mas também pode ser uma cena estática quando uma câmera PTZ (pan-tilt-zoom) se move para uma nova posição.

6.1 ABR

6.1.1 Cenas e configurações

A ABR não foi projetada primeiramente para economizar largura de banda, ela visa melhorar a qualidade do vídeo e, simultaneamente, evitar exceder os limites de armazenamento do sistema. O método funciona com streams continuamente gravados sem períodos de pausa programados. A ABR é implementada como um algoritmo MBR com ajuste automático de parâmetros para atingir a meta da taxa de bits média ao longo de um período de tempo.

O algoritmo ABR precisa de um período de 24 horas com variações típicas de cena para encontrar o equilíbrio correto entre qualidade e taxa de bits. A ABR não exclui ou armazena gravações, ela

simplesmente controla a definição do orçamento, sendo importante que as configurações do gravador correspondam a esta definição.

Uma cena de baixa complexidade produz um stream com uma taxa de bits baixa, mas assim que algo ocorre que aumente a complexidade, a taxa de bits saltará para um nível mais alto.

Uma cena de alta complexidade produzirá um stream com uma alta taxa de bits. No entanto, se o controlador estimar que a meta de armazenamento de longo prazo pode estar em perigo, a qualidade visual será degradada e, se for realmente necessário, até mesmo a taxa de quadros pode ser reduzida. Pode-se ter um overshoot temporário e, depois, qualquer taxa de bits salva anteriormente pode ser usada para manter os dados mais importantes, se o orçamento da taxa de bits permitir. Se a ABR for combinada com um limite razoável de MBR, condições extremas de cena evitarão sobrecarregar um dispositivo de gravação, reproduzidor de vídeo ou rede fracos. Em casos extremos, o limite de armazenamento pode ser excedido, mas isso só deve acontecer quando o armazenamento selecionado ou a meta da taxa de bits não for realista. Veja a seção de eventos abaixo.

Configurações que influenciam a ABR:

- O nível de compactação define a qualidade necessária para o vídeo. Um nível de compactação mais baixo fornecerá qualidade visual superior, mas também gerará uma taxa de bits mais alta. Um nível de compactação mais alto causará uma taxa de bits mais baixa, mas também um vídeo de qualidade inferior.
- O tempo de retenção define a duração do período (em dias) para salvar as gravações.
- O armazenamento ou a meta de taxa de bits define o limite para o período. A calculadora converterá automaticamente entre os dois.
- A taxa de bits máxima define um limite opcional (mais alto) que será aplicado em cima do limite da taxa de bits média para evitar sobrecarregar um link de rede ou um gravador.
- O comprimento de GOP define o comprimento do grupo de imagens (GOP) usado para o vídeo. Um comprimento de GOP mais curto leva a quadros I mais frequentes, o que significa uma taxa de bits mais alta. Um valor de comprimento de GOP mais alto resultará em menos quadros I, o que significa uma taxa de bits mais baixa. Se o comprimento de GOP for muito alto, a função de pesquisa no vídeo gravado será mais complicada, pois ela precisa consultar um quadro I para renderizar os quadros P seguintes do vídeo. Além disso, em caso de perda de dados, os artefatos visuais permanecerão, pois apenas os quadros I são totalmente atualizados.

6.1.2 Eventos ABR

Se a qualidade do stream for inferior ao esperado, a ABR pode gerar um evento para alertar o operador. Isso pode ser usado como um acionador do evento na GUI da web ("Average bitrate degradation" (Degradação da taxa de bits média)) e também estará presente no stream do evento. Ao usar o stream de eventos, você pode diferenciar entre os vários casos:

- taxa de bits baixa - orçamento ABR muito grande
A taxa de bits é muito mais baixa do que o esperado, o que significa que nem todo o armazenamento será usado.
- low_quality - espera-se que a qualidade do stream ABR seja baixa
A qualidade do vídeo foi ajustada mais do que o esperado e não atenderá aos padrões da Axis.
- very_low_quality - espera-se que a qualidade do stream ABR seja insuficiente
Igual à low_quality, mas a qualidade foi reduzida muito mais do que o esperado e a qualidade do vídeo será insuficiente.

- taxa de bits alta - a ABR não atende à meta, o armazenamento será insuficiente
A taxa de bits é mais alta do que o esperado e será usado mais armazenamento do que o desejado.
- abr_error - acionador ABR unificado (o mesmo acionador de evento como no GUI da web), o que significa que low_quality, very_low_quality ou high_bitrate é verdadeiro.

Para receber o evento, o software de gravação (o VMS) deve estar preparado para a ABR e ser capaz de receber, processar e exibir o evento corretamente.

Mais informações sobre a ABR podem ser encontrados na documentação VAPIX que está disponível para os parceiros Axis ADP e membros da Axis Developer Community (faça login em www.axis.com/partners/adp-partnerprogram ou www.axis.com/developer-community).

6.2 VBR - cenas e configurações

As câmeras em rede da Axis estão em conformidade com o H.264 nível 4.1, que informa que a taxa de bits máxima permitida é de 50 Mbps. Isso significa que, mesmo no modo VBR, a taxa de bits deve ser limitada a 50 Mbps para garantir a conformidade com outros sistemas. A qualidade e/ou a taxa de quadros pode ser reduzida em vídeos que precisam de uma taxa de bits superior a 50 Mbps.

Uma cena de baixa complexidade gerará um stream com uma taxa de bits baixa, mas assim que algo ocorre que aumente a complexidade, a taxa de bits saltará para um nível mais alto.

Uma cena de alta complexidade gerará um stream com uma alta taxa de bits. Em condições extremas, a taxa de bits pode sobrecarregar um dispositivo de gravação, reprodutor de vídeo ou rede fracos. Se a infraestrutura for insuficiente, haverá perda de pacotes, quadros de vídeo danificados ou streams interrompidos.

Configurações que influenciam a VBR:

- O nível de compactação define a qualidade necessária para o vídeo. Um nível de compactação mais baixo fornecerá qualidade visual superior, mas também gerará uma taxa de bits mais alta. Um nível de compactação mais alto fornecerá uma taxa de bits mais baixa, mas também uma qualidade de vídeo inferior.
- O comprimento de GOP define o comprimento do grupo de imagens (GOP) usado para o vídeo. Um comprimento de GOP mais curto leva a quadros I mais frequentes, o que significa uma taxa de bits mais alta. Um valor de comprimento de GOP mais alto resultará em menos quadros I, o que significa uma taxa de bits mais baixa. Se o comprimento de GOP for muito alto, a função de pesquisa no vídeo gravado será mais complicada, pois ela precisa consultar um quadro I para renderizar os quadros P seguintes do vídeo. Além disso, em caso de perda de dados, os artefatos visuais permanecerão, pois apenas os quadros I são totalmente atualizados.

6.3 MBR - cenas e configurações

A taxa de bits máxima foi projetada para que o consumo de largura de banda de um vídeo possa ser mantido abaixo de um limite de taxa de bits selecionado. Se a configuração for executada corretamente levando em consideração as limitações realistas, a largura de banda de curto e longo prazos permanecerá abaixo desse limite. Como o ajuste de bits não é aplicado em câmeras Axis, as taxas de bits reais podem estar bem abaixo do limite.

O algoritmo da MBR reage rapidamente às mudanças de cena para limitar os picos de taxa de bits tanto quanto possível. No entanto, como o objetivo da MBR é fornecer um stream de alta qualidade para

decodificadores de software que aceitam picos de taxa de bits de curto prazo, overshoots temporários são permitidos, pois neutralizam quedas desnecessárias na qualidade.

Observe que há uma diferença de escala de tempo entre a medição da taxa de bits impressa na sobreposição e a taxa de bits na qual o controlador de taxa de bits atua. Quando essas medidas de taxa de bits diferem, pode haver ocasiões em que quedas de quadros são aplicadas pelo controlador de taxa de bits. Como o controlador de taxa de bits funciona com a taxa de bits de longo prazo e a taxa de bits instantânea, a sobreposição por si só não pode explicar todas as quedas na qualidade ou na taxa de quadros.

Para cenas de baixa complexidade, a taxa de bits será baixa. Para cenas de complexidade muito baixa, a taxa de bits pode, na verdade, ficar muito abaixo do limite de taxa de bits selecionado. Se a complexidade aumentar até certo grau, a qualidade visual piorará. Os overshoots de curto prazo ficarão muito limitados.

Para cenas de alta complexidade, a qualidade visual piorará e a taxa de quadros será reduzida, se necessário. Mudanças frequentes na cena podem levar a vários overshoots pequenos (em amplitude e tempo), e as quedas de quadro serão usadas para garantir um pico mínimo na taxa de bits.

Parâmetros que influenciam a MBR:

- O nível de compactação define a melhor qualidade possível para o vídeo. Um nível de compactação mais baixo fornecerá qualidade visual superior, mas também uma possível taxa de bits mais alta. Uma compactação mais alta fornecerá uma taxa de bits mais baixa, mas também uma qualidade de vídeo inferior, e a taxa de bits pode ser mais baixa do que a taxa de bits desejada.
- A meta da taxa de bits define a meta para atingir o máximo (em kbps).
- O comprimento de GOP define o comprimento do grupo de imagens (GOP) usado para o vídeo. Um comprimento de GOP mais curto leva a quadros I mais frequentes, o que significa uma taxa de bits mais alta. Um valor de comprimento de GOP mais alto resultará em menos quadros I, o que significa uma taxa de bits mais baixa. Se o comprimento de GOP for muito alto, a função de pesquisa no vídeo gravado será mais complicada, pois ela precisa consultar um quadro I para renderizar os quadros P seguintes do vídeo. Além disso, em caso de perda de dados, os artefatos visuais permanecerão, pois apenas os quadros I são totalmente atualizados.

A prioridade define a prioridade do controlador de taxa de bits para nenhum, qualidade ou taxa de quadros. Isso reconfigura alguns parâmetros internos no controlador de taxa de bits. A opção da qualidade trará uma melhor qualidade visual a qualquer momento, provavelmente em detrimento da taxa de quadros. A opção da taxa de quadros pode levar a uma qualidade visual inferior se a taxa de quadros for priorizada.

7 Configurações de vídeo que impactam a taxa de bits

A tabela abaixo mostra os parâmetros e as opções que podem ser alterados para influenciar a taxa de bits de um vídeo.

Tabela 7.1 Parâmetros de vídeo e suas opções.

1. Codec	No VMS, selecione o codificador de vídeo H.264 ou H.265 (ou MJPEG).
	Ativar Zipstream Configurar a força do Zipstream: Médio Ativar grupo de imagens dinâmico (se compatível com VMS) Ativar FPS Dinâmico (se compatível com VMS)
2. Resolução de vídeo	No VMS, selecione a resolução de vídeo
	Alta definição (720p)
	Alta definição total (1080p)
	4K ou mais alto
3. Taxa de quadros	No VMS, selecione taxa de quadros (quadros por segundo)
4. Nível de compressão	25: qualidade superior ao padrão da Axis
	30: compactação padrão da Axis
	35: qualidade inferior ao padrão da Axis
5. Modo do controlador de taxa de bits	ABR (incluindo limite de MBR, se necessário)
	MBR
	VBR
6. comprimento GOP dinâmico	Define o número de quadros P entre cada quadro I. Um GOP mais longo economiza mais armazenamento, mas torna o acesso aleatório mais demorado.
7. Parâmetros de imagem	Defina as configurações de imagem que influenciam a taxa de bits: WDR, contraste local, mapeamento de tons, EIS, saturação, nitidez, contraste etc.
8. Parâmetros do modo noturno	Ajuste os parâmetros do modo noturno para reduzir o ruído à noite: Obturador máximo, ganho máximo, ... Produtos com Lightfinder 2 podem ajustar a redução de ruído: Filtro de ruído temporal, filtro de ruído espacial.
9. Luz/exibição da cena	Adicione luz à noite ou recomponha a cena aplicando zoom ou movendo a câmera para evitar objetos desnecessariamente complexos no vídeo. Use máscaras de privacidade para cobrir áreas de movimento ou sem interesse.

8 Comparação do controle de taxa de bits

A tabela mostrada aqui resume os métodos de controle de taxa de bits em relação ao seu impacto na qualidade do vídeo e nas necessidades de armazenamento, bem como as necessidades de configuração, as necessidades de manutenção e se fornecem ou não notificações.

Tabela 8.1 Comparação das estratégias de controle de taxa de bits.

Método	Armazenamento	Qualidade	Configurações necessárias	Manutenções necessárias	Notificações automáticas
VBR	-	+++	Nenhum	Monitoramento de armazenamento, pode ser automatizado	Do armazenamento
MBR	+	Imprevisível	Baixo	Qualidade da imagem, tarefa manual	Não disponível
CBR	+	Imprevisível	Baixo	Qualidade da imagem, tarefa manual	Não disponível
ABR	++	++	Médio	Degradação da taxa de bits, pode ser alertado	Degradação da taxa de bits
ABR + MBR	++ (+++)	++	Médio	Imprevisível	Degradação da taxa de bits

Se o armazenamento, a rede e o VMS tiverem capacidade ilimitada, a VBR fornecerá a melhor qualidade de vídeo. Em um sistema com limites de capacidade, a qualidade do vídeo pode permanecer alta com um nível de compactação cuidadosamente selecionado e MBR com um alto limite de taxa de bits. Entretanto, na maioria dos casos, a ABR configurada com um limite de MBR é provavelmente a melhor escolha. Essa combinação pode manter a qualidade ideal do vídeo mesmo em condições variáveis de cena, e se o limite da MBR for alto o suficiente, qualquer degradação da taxa de bits será notificada.

9 Apêndice 1: Taxa de bits constante (CBR)

O método de controle de taxa de bits CBR visa manter a constância da taxa de bits de saída de um codificador. Como será consumida constantemente na mesma taxa, a taxa de bits não evolui com o tempo e precisa permanecer na meta, independentemente do que aconteça no vídeo. A CBR é útil para streaming de conteúdo multimídia em canais de capacidade fixa, como por exemplo, a mídia rotativa. Ela foi projetada para o setor de vídeo de consumo para garantir uma reprodução contínua.

A CBR não é ideal para armazenamento porque pode conter dados de ajuste e desperdiçar espaço de armazenamento que não beneficia a qualidade do vídeo. Se o vídeo não for complexo o suficiente para sustentar a meta da taxa de bits, o codificador poderá preencher o espaço não utilizado executando o ajuste de bits, ou seja, preenchendo o stream com bits vazios que não impactam o vídeo.

A CBR pode causar grandes variações de qualidade a curto prazo enquanto o controlador de taxa de bits adapta os parâmetros à nova cena.

Para cenas de baixa complexidade, a taxa de bits permanecerá na meta da taxa de bits com a ajuda do preenchimento de bits. Se a complexidade aumentar até certo grau, a qualidade visual piorará. Os overshoots de curto prazo ficarão muito limitados.

Para cenas de alta complexidade, a qualidade visual piorará e a taxa de quadros diminuirá, se necessário. Mudanças frequentes na cena podem levar a vários overshoots (grandes em amplitude, mas pequenos em tempo), e as quedas de quadro serão usadas para garantir um pico mínimo na taxa de bits.

Parâmetros que influenciam a CBR:

- O nível de compactação define a melhor qualidade possível para o vídeo. Um nível de compactação mais baixo fornecerá qualidade visual superior, mas também uma possível taxa de bits mais alta. A compactação mais alta causará uma taxa de bits mais baixa, mas também uma qualidade de vídeo inferior.
- A meta da taxa de bits define a meta a ser atingida (em kbps).
- O comprimento de GOP define o comprimento do grupo de imagens (GOP) usado para o vídeo. Um comprimento de GOP mais curto leva a quadros I mais frequentes, o que significa uma taxa de bits mais alta. Um valor de comprimento de GOP mais alto resultará em menos quadros I, o que significa uma taxa de bits mais baixa. Se o comprimento de GOP for muito alto, a função de pesquisa no vídeo gravado será mais complicada, pois ela precisa consultar um quadro I para renderizar os quadros P seguintes do vídeo. Além disso, em caso de perda de dados, os artefatos visuais permanecerão, pois apenas os quadros I são totalmente atualizados.
- A prioridade define a prioridade do controlador de taxa de bits para nenhum, qualidade ou taxa de quadros. Isso reconfigura alguns parâmetros internos no controlador de taxa de bits. A opção da qualidade trará uma melhor qualidade visual a qualquer momento, provavelmente em detrimento da taxa de quadros. A opção da taxa de quadros pode levar a uma qualidade visual inferior se a taxa de quadros for priorizada.

Os produtos da Axis não usam CBR, pois o ajuste de bits nunca é feito. MBR é o método disponível que mais se assemelha ao CBR, mas sem o armazenamento desnecessário de bits vazios. Com a MBR, a taxa de bits pode cair abaixo da meta em cenas de baixa complexidade.

Sobre a Axis Communications

A Axis torna possível um mundo mais inteligente e seguro criando soluções para melhorar a segurança e o desempenho dos negócios. Como empresa de tecnologia de rede e líder do setor, a Axis oferece soluções em vigilância por vídeo, controle de acesso, intercomunicação e áudio. Nossas soluções são aprimoradas por aplicativos de análise inteligentes e apoiados por treinamento de alta qualidade.

A Axis tem cerca de 4.000 funcionários dedicados em mais de 50 países e colabora com parceiros de tecnologia e integração de sistemas em todo o mundo para fornecer soluções aos clientes. A Axis foi fundada em 1984 e tem sede em Lund, Suécia