

El códec AV1 en videovigilancia

Compresión de vídeo lista para el futuro en los sistemas de seguridad modernos

Junio 2026

Resumen

El sector de la videovigilancia está pasando del estándar de compresión de vídeo H.264, de larga trayectoria, al AV1. Este nuevo códec puede satisfacer mejor las crecientes demandas de ancho de banda y almacenamiento del vídeo moderno de alta resolución. A diferencia de H.265, cuyo desarrollo se vio frenado por la complejidad de las licencias, AV1 ofrece una alternativa de acceso gratuito¹, altamente eficiente y respaldada por los principales líderes tecnológicos.

Axis ha integrado la compatibilidad con AV1 en cámaras basadas en el sistema en chip ARTPEC-9. La implementación se centra en funciones relevantes para casos de uso de vigilancia, en lugar de funciones orientadas a la transmisión. Ofrece una eficiencia de compresión comparable a la de H.265 sin aumentar los costes de hardware ni el consumo energético. AV1 es compatible con las tecnologías existentes de Axis, como Zipstream, y además permite nuevas funciones, como superposiciones activables y el formato AVIF para imágenes fijas.

AV1 se basa en los mismos principios fundamentales de compresión por bloques, estimación de movimiento y codificación por transformación empleados en H.264 y H.265, al tiempo que introduce mecanismos de predicción más flexibles. Sustituye los fotogramas rígidos de tipo P y B por fotogramas intermedios versátiles y fotogramas clave más eficientes. La partición de imágenes es más precisa, ya que utiliza superbloques que pueden dividirse en diversas formas y relaciones de aspecto.

En lo que respecta específicamente a la vigilancia, las herramientas de movimiento global y distorsionado permiten al codificador gestionar los movimientos de la cámara con un mínimo de datos. Los fotogramas de transición permiten la transmisión de velocidad de bits adaptativa al conceder cambios de resolución sin necesidad de un nuevo fotograma clave independiente. La calidad técnica se mantiene gracias a una mayor profundidad de bits interna, distintos tipos de transformadas y filtros avanzados en el bucle. Estas mejoras están respaldadas por un codificador aritmético no binario diseñado para una implementación de hardware eficiente y un procesamiento más rápido.

¹ Los usuarios deben asegurarse de comprender los términos y condiciones de la licencia asociada con la tecnología de vídeo AV1.

Índice

1	Introducción	4
2	La necesidad de un nuevo estándar de compresión	4
3	Adopción de AV1	4
4	Ventajas de AV1 en videovigilancia	5
5	Implementación de AV1 en Axis	5
5.1	Zipstream y AV1: mejor juntos	6
5.2	Nuevas funciones con AV1	6
5.2.1	Toggable overlays	6
5.2.2	AVIF (formato de imagen AV1)	6
6	Eficiencias en la velocidad de bits de AV1, H.264 y H.265	7
6.1	Escenas de ejemplo	7
6.2	Comparativa de códecs: calidad de vídeo forense frente a velocidad de bits	9
7	Fundamentos técnicos de AV1	9
7.1	Tipos de fotogramas perfeccionados y predicción	9
7.1.1	El marco I-P-B establecido en H.264 y H.265	10
7.1.2	El enfoque flexible de AV1 para la predicción inter- fotograma	10
7.2	Conjuntos de herramientas de codificación avanzadas	10
7.3	Características de eficiencia operativa	11
7.4	Procesamiento y filtrado	11
8	Guía de integración técnica	12
8.1	Transmisión y decodificación de vídeo AV1 en dispositivos Axis	12
8.2	Consideraciones clave para los desarrolladores	12
8.2.1	Recuperación de transmisiones AV1	12
8.2.1.1	Protocolos estándar	12
8.2.1.2	WebRTC	12
8.2.2	Decodificación y renderizado de transmisiones AV1	13
9	Marcas comerciales	13

1 Introducción

A lo largo de más de dos décadas, H.264 (AVC) ha sido el estándar de compresión de vídeo predominante en la videovigilancia y aplicaciones similares, ofreciendo un equilibrio fiable entre la tasa de bits y la calidad de la imagen. Sin embargo, los sistemas de seguridad modernos se enfrentan a una demanda de datos sin precedentes. Resoluciones más altas, un mayor número de cámaras y el auge del análisis basado en la nube están llevando al límite el ancho de banda de la red y la capacidad de almacenamiento. El sector ha crecido considerablemente, lo que exige que la tecnología de compresión evolucione al mismo ritmo.

Si bien el H.265 fue considerada en su momento el sucesor natural, la complejidad de sus licencias ha ralentizado la adopción. En cambio, el estándar AV1, más reciente, ofrece una eficiencia de compresión superior combinada con un amplio soporte informático y un ecosistema maduro. Se trata de un códec abierto y de acceso gratuito, respaldado por las principales empresas tecnológicas del mundo y diseñado para satisfacer las exigencias del vídeo moderno.

Hace muchos años, Axis lideró la industria hacia la era H.264, al ser el primer fabricante de cámaras de seguridad en adoptar H.264 en sus productos. Ahora, Axis presenta AV1 al sector.

Este documento técnico analiza el formato AV1 en el ámbito de la videovigilancia, desde la eficiencia de la compresión hasta la compatibilidad con el ecosistema y su integración práctica. Incluye comparativas de velocidad de bits, un análisis técnico detallado sobre el funcionamiento de AV1 y una guía para desarrolladores sobre la integración de dispositivos Axis.

2 La necesidad de un nuevo estándar de compresión

Sin la compresión, la transmisión y el almacenamiento de vídeo serían prácticamente imposibles. Un vídeo estándar de 1080p a 30 fotogramas por segundo consumiría casi 1 Gbit/s sin ninguna compresión. Con una velocidad de bits tan elevada, se llenaría un disco de 1 TB en menos de tres horas de grabación, y una red convencional no podría transmitir el vídeo de una sola cámara. Una cámara de 8K, que ofrece una calidad de imagen excepcional, llenaría ese mismo disco en unos 30 minutos.

Los codificadores de vídeo comprimen drásticamente los datos de vídeo, lo que hace posible la transmisión, el almacenamiento y la retransmisión de vídeo de vigilancia a gran escala.

Aunque el estándar H.265 supuso una mejora con respecto al H.264, al permitir resoluciones de cámara más altas y una velocidad de bits reducida, el gran número de cámaras instaladas sigue ejerciendo una gran presión sobre el ancho de banda de red y la infraestructura de almacenamiento. A medida que el sector avanza más allá de la resolución 4K, una compresión cada vez mejor ya no resulta suficiente.

Además, los codificadores de vídeo modernos se basan en métodos de compresión desarrollados por numerosas empresas e investigadores a lo largo de los años. Por lo tanto, uno de los principales desafíos tanto para H.264 como para H.265 ha sido la fragmentación y la frecuente imprevisibilidad de sus modelos de concesión de licencias de patentes. H.265 se enfrentó a múltiples consorcios de patentes y titulares de patentes individuales, lo que creó un ecosistema opaco y costoso para fabricantes y usuarios. Esta complejidad ha dificultado la adopción, ha limitado la compatibilidad y generado costes imprevistos durante la implementación. Esto ha llevado incluso a algunos de los principales fabricantes de hardware a comenzar a eliminar la compatibilidad con H.265 de sus productos actuales.

El sector de la seguridad requiere un códec que no solo ofrezca una compresión superior, sino que también funcione sobre una base transparente, accesible y lista para el futuro.

3 Adopción de AV1

El estándar de compresión de vídeo AV1 fue desarrollado por Alliance for Open Media (AOMedia), un consorcio fundado con el objetivo de crear un formato de vídeo abierto y de acceso gratuito. Actualmente, AV1 es el códec preferido por los principales proveedores de servicios de streaming como Netflix y YouTube. Es compatible con los principales sistemas operativos de escritorio (Windows®, macOS® y Linux®) y plataformas móviles (Android™ e iOS®).

Como estándar abierto respaldado por empresas como Amazon, Apple, Cisco, Google, Intel, Meta, Microsoft, Mozilla, Netflix, Nvidia y Samsung a través de AOMedia, AV1 tiene excelentes perspectivas a largo plazo. Su naturaleza abierta también implica menos incertidumbre en materia de licencias y menores costes de patentes que otros códecs.

La adopción de VMS está en marcha, y varios proveedores líderes del sector, como Milestone, Genetec y Axis, ya los respaldan. El cliente web de muchas soluciones VMS, incluida AXIS Camera Station Pro, se beneficia de la compatibilidad nativa con AV1, algo que H.265 ha tenido dificultades para lograr incluso después de una década en el mercado. Incorporar la compatibilidad con AV1 resulta relativamente sencillo gracias a las bibliotecas y herramientas de código abierto ya consolidadas.

Axis colabora activamente con organismos del sector como ONVIF® para impulsar la interoperabilidad en torno a AV1. Axis considera que el método actual de transmisión de vídeo ONVIF ya está alineado con AV1 y prevé que una mayor adopción por parte del sector allanará el camino para su incorporación formal a un estándar ONVIF.

En lo que respecta al hardware, las CPU modernas incluyen ahora ampliamente la decodificación AV1 integrada. Si bien algunos dispositivos fabricados entre 2015 y 2020 son compatibles con H.265, aunque no con AV1, la rápida expansión de la compatibilidad con hardware AV1 en los dispositivos modernos significa que esta brecha se está reduciendo rápidamente. Por ejemplo, AXIS Camera Station S2216 Mk II Rack Appliance es una solución de grabación que ofrece compatibilidad con la decodificación AV1 por hardware para 16 canales sin una GPU específica. Pero incluso las CPU de portátiles típicas pueden gestionar transmisiones AV1 de 8K30. Además, un número cada vez mayor de teléfonos inteligentes y tabletas incluyen decodificadores de hardware AV1, lo que elimina las preocupaciones sobre el consumo de batería o la latencia durante la reproducción en dispositivos móviles.

4 Ventajas de AV1 en videovigilancia

Si bien el AV1 no fue diseñado inicialmente para la vigilancia, tampoco lo fueron H.264 ni H.265. No obstante, el método de compresión subyacente de todos los estándares es altamente adaptable, y la implementación AV1 en el sistema en chip Axis ARTPEC-9 está optimizada para la vigilancia.

Para una cantidad determinada de datos de vídeo, las tasas de bits más bajas que se pueden obtener con AV1 conllevan directamente una reducción de los requisitos de almacenamiento, lo que podría prolongar la vida útil de la infraestructura de almacenamiento existente o permitir períodos de retención más extensos. Además, la reducción del consumo de ancho de banda de la red puede retrasar o eliminar costosas actualizaciones de la misma. En general, esto reduce el coste total de propiedad (CTP) de un sistema de vigilancia.

Además, la videovigilancia basada en la nube está creciendo rápidamente, lo que plantea importantes exigencias para la tecnología de compresión. La transmisión de vídeo desde cientos o miles de cámaras a plataformas de almacenamiento en la nube y análisis requiere un códec capaz de ofrecer alta calidad con bajas tasas de bits a través de conexiones a Internet. AV1 fue diseñado para la transmisión de vídeo por Internet y su modelo de licencia de acceso gratuito garantiza su compatibilidad nativa con navegadores, plataformas y servicios en la nube. Este amplio soporte simplifica la integración en la nube y elimina las barreras de compatibilidad que históricamente han dificultado la implementación a gran escala de H.265 en entornos en la nube.

5 Implementación de AV1 en Axis

Axis lidera el sector de la seguridad al ser el primer fabricante en integrar la compatibilidad con AV1 en sus cámaras. Esto refleja el compromiso de impulsar el sector de la videovigilancia y mejorar la utilidad para el cliente.

La implementación de AV1 se centra en las fortalezas fundamentales del códec para aplicaciones de seguridad, diseñadas para las demandas específicas de grabación continua 24/7, integración de análisis asistidos por IA e interoperabilidad de sistemas de vigilancia. Se excluyen deliberadamente las funciones centradas en la transmisión que no son relevantes para la vigilancia. En su lugar, se utilizan las capacidades de compresión principales, que se basan en la partición flexible de bloques del códec, la predicción intra e inter avanzada y el filtrado sofisticado.

La compatibilidad con AV1 no supone un coste adicional en las cámaras Axis, ya que la arquitectura ARTPEC integrada en la cámara permite la implementación e integración eficientes de nuevos códecs. Los clientes obtienen todas las ventajas de eficiencia de AV1 sin gastos adicionales. ARTPEC-9 ofrece un rendimiento completo de codificación AV1 en tiempo real con una sobrecarga mínima, sin carga adicional de CPU ni de consumo energético en la cámara.

Todas las funciones de Axis disponibles con H.264 y H.265 son compatibles desde el lanzamiento, incluyendo Zipstream, vídeo firmado, algoritmos de control de tasa de bits y perfiles Zipstream. AV1 también es totalmente compatible con AXIS Camera Station y AXIS Site Designer.

5.1 Zipstream y AV1: mejor juntos

Los códecs AV1, H.264 y H.265 fueron desarrollados para el uso generalizado en numerosos sectores industriales. Dado que los estándares se centran en el decodificador en lugar del codificador, las mejoras incrementales del codificador pueden desarrollarse de forma independiente. Esto es lo que permitió a Axis desarrollar Zipstream, una optimización específica para videovigilancia diseñada para funcionar conjuntamente con el códec de vídeo subyacente. Permite un ahorro de al menos el 50 % en ancho de banda y almacenamiento, al tiempo que protege el valor forense del vídeo.

Zipstream analiza las escenas de vídeo en tiempo real, identificando dinámicamente áreas de interés como rostros humanos y matrículas de vehículos, y preservando sus detalles al tiempo que comprime de forma más agresiva las áreas menos importantes. Gracias a la compresión intrínsecamente superior de AV1 para objetos complejos en movimiento, se conservan los detalles forenses de alta calidad donde más importan, al tiempo que se reduce notablemente la tasa de bits general.

5.2 Nuevas funciones con AV1

Ya en su primera implementación de ARTPEC, AV1 demuestra de forma sistemática una eficiencia de compresión comparable a la de la implementación de tercera generación de H.265. Además, AV1 ofrece un conjunto de herramientas más avanzado que desbloquea capacidades totalmente nuevas. Entre las funciones que pronto estarán disponibles en las cámaras Axis se incluyen superposiciones que se pueden activar o desactivar y el formato AVIF para imágenes fijas.

5.2.1 Toggable overlays

La función de superposiciones conmutables permite a los usuarios activar o desactivar elementos gráficos en el vídeo tanto durante la reproducción en directo como grabada. Estos elementos incluyen cuadros delimitadores, anotaciones de texto y visualizaciones de datos MQTT. Las superposiciones están integradas de forma permanente en una capa específica dentro del vídeo, por lo que siempre están presentes, incluso cuando no son visibles. Esto significa que los operadores pueden optar por visionar el vídeo sin superponer información cuando no la necesiten, sin perder ninguno de los datos integrados. Las superposiciones que se pueden activar y desactivar demuestran cómo la arquitectura más avanzada de AV1 permite capacidades completamente nuevas que van más allá de lo que H.264 y H.265 pueden ofrecer.

5.2.2 AVIF (formato de imagen AV1)

AVIF es un moderno formato de imagen fija basado en la misma tecnología de compresión que el vídeo AV1. Del mismo modo que AV1 mejora los formatos H.264 y H.265 para vídeo, AVIF ofrece una eficiencia de compresión notablemente mejor que los formatos de imagen más antiguos, como JPEG, manteniendo al mismo tiempo una alta calidad de imagen. En videovigilancia, esto significa que las imágenes fijas captadas por las cámaras, como las instantáneas empleadas en alertas o como pruebas, se pueden almacenar y transmitir de un modo más eficiente. AVIF también admite una amplia gama de colores y un alto rango dinámico, permitiendo así conservar más detalles en condiciones de iluminación difíciles, habituales en la vigilancia.

6 Eficiencias en la velocidad de bits de AV1, H.264 y H.265

El codificador de vídeo integrado en el ARTPEC-9 puede comprimir vídeo utilizando MJPEG, H.264, H.265 o AV1.

Aunque el formato MJPEG es extremadamente ineficiente en cuanto a velocidad de bits, resulta fácil de utilizar y, después de 30 años, todavía tiene algunas aplicaciones. Dado que el algoritmo JPEG genera velocidades de bits muy elevadas, el software integrado en la cámara limita el rendimiento total de MJPEG.

H.264, H.265 y AV1 tienen velocidades de bits base mucho más bajas que MJPEG, y ARTPEC-9 puede enviar transmisiones con estos tres codificadores simultáneamente. Puede combinar los ajustes de resolución, velocidad de fotogramas y codificación según las necesidades de su aplicación, hasta el límite de rendimiento del dispositivo. En su configuración de memoria de máximo rendimiento, ARTPEC-9 ofrece una transmisión en 4K a 60 imágenes por segundo, alcanzando un rendimiento total de 540 MP/s. Para obtener más información, consulte el documento técnico *Rendimiento de transmisión para productos ARTPEC-9*

Es difícil predecir la velocidad de bits de una nueva escena porque los códecs de vídeo son complejos y la eficiencia de la velocidad de bits varía significativamente de una escena a otra. Los códecs más avanzados tienden a mostrar una mayor variación. Si necesita ayuda para estimar velocidad de bits y las necesidades de almacenamiento para instalaciones completas con H.264, H.265 y AV1, puede utilizar la herramienta de diseño AXIS Site Designer, axis.com/support/tools/axis-site-designer

6.1 Escenas de ejemplo

Las pruebas realizadas por Axis con transmisiones simultáneas en una misma cámara, donde se graban escenas de vigilancia seleccionadas, muestran que la velocidad de bits con AV1 suele ser similar a la de H.265, mientras que la de H.264 es significativamente mayor.

Tabla 6.1 Velocidades de bits y comparativa de velocidades de bits entre códecs.

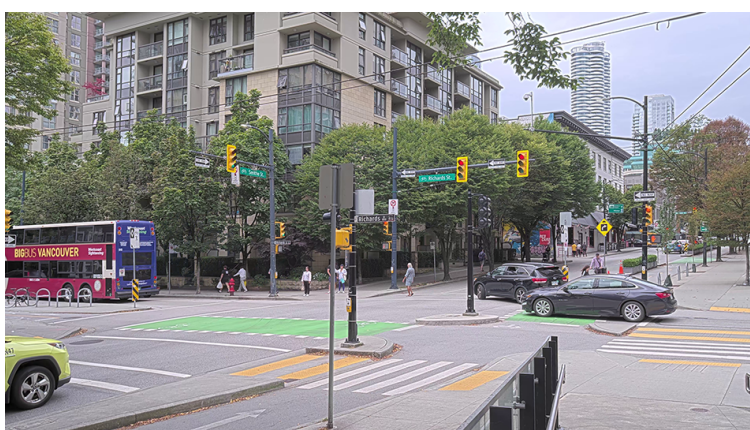
Escena	H.264 (Mbit/s)	H.265 (Mbit/s)	AV1 (Mbit/s)	AV1 frente a H.264	AV1 frente a H.265
Vigilancia urbana intensa	23 558	16 842	15 862	-33%	-5,8%
Supervisión del tráfico	20 525	15 773	15 660	-24%	-0,72%
Vigilancia urbana diurna	16 211	13 249	13 244	-18%	-0,04%
Vigilancia urbana nocturna	4.7725	3.5333	3.3637	-30%	-4,8%



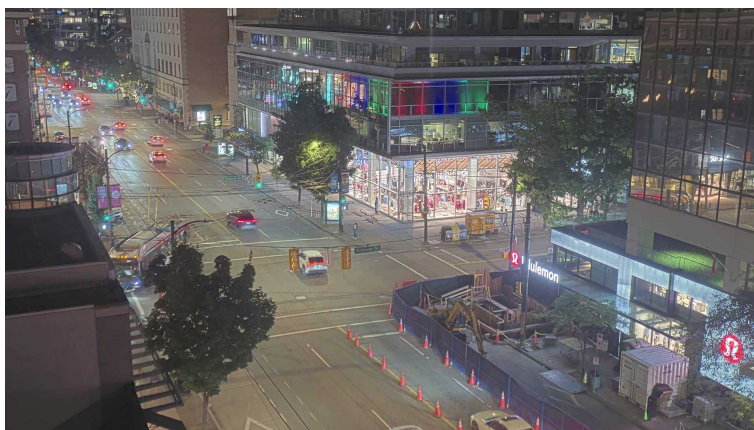
Escena de vigilancia urbana con mucho movimiento, extraída de un vídeo de secuencia de prueba estándar. Velocidad de bits con AV1: un 33 % menor en comparación con H.264 y un 5,8 % menor en comparación con H.265.



Escena de vigilancia del tráfico, grabada con la AXIS Q1728 Block Camera. Velocidad de bits con AV1: un 24 % menor en comparación con H.264 y un 0,72 % menor en comparación con H.265.



Escena de vigilancia urbana diurna, grabada con la AXIS Q1728 Block Camera. Velocidad de bits con AV1: un 18 % menor en comparación con H.264 y un 0,04 % menor en comparación con H.265.



*Escena de vigilancia urbana nocturna, grabada con la AXIS Q1728 Block Camera.
Velocidad de bits con AV1: un 30 % menor en comparación con H.264 y un 4,8 % menor en comparación con H.265.*

6.2 Comparativa de códecs: calidad de vídeo forense frente a velocidad de bits

Comparar las velocidades de bits no tiene sentido si la calidad del vídeo varía. Lamentablemente, no existe una forma fiable de medir automáticamente la calidad de la imagen, y la evaluación manual consume mucho tiempo.

Si utiliza dos cámaras, tendría que optar por una de las siguientes opciones:

- Configurar ambas cámaras para que ofrezcan la misma velocidad de bits y, a continuación, comparar la calidad del vídeo revisando fotograma a fotograma y buscando artefactos
- o ajustar ambas cámaras para que ofrezcan la misma calidad de imagen (lo cual requiere mucho tiempo y es difícil de verificar) y, a continuación, comparar la velocidad de bits.

Sin embargo, dos cámaras situadas una junto a otra tendrán, aproximadamente, el mismo campo de visión. En este tipo de configuraciones de prueba, la incertidumbre en la velocidad de bits puede alcanzar hasta un 20 %, lo cual es excesivo para una comparación significativa. Necesitaría filmar una gran variedad de escenas para compensar el hecho de que está filmando contenido prácticamente idéntico.

Para comparar de forma justa dos códecs, es preciso codificar exactamente el mismo vídeo con ambos. El vídeo debe ser idéntico fotograma a fotograma, lo que significa que todos los ajustes de la cámara, el campo de visión, la nitidez y el contenido de la escena deben coincidir. La única forma de lograrlo a partir de una visualización en directo es codificar ambas transmisiones simultáneamente en la misma cámara. Los chips ARTPEC más recientes tienen suficiente potencia de procesamiento para gestionar esta tarea. Pueden codificar dos transmisiones en paralelo y guardar ambas en una tarjeta SD o transmitirlos a un VMS. El método recomendado consiste en utilizar una cámara con perfiles de transmisión y activadores preconfigurados (así se realizó la comparativa de eficiencia de la velocidad de bits que aquí se presenta).

7 Fundamentos técnicos de AV1

Si bien la transición a AV1 introduce nuevas mejoras en materia de eficiencia, se entiende mejor como un perfeccionamiento de los estándares existentes. AV1 se basa en los mismos principios fundamentales de compresión por bloques, estimación de movimiento y codificación por transformación utilizados en H.264 y H.265. Además, AV1 incorpora un conjunto de herramientas avanzadas y mecanismos de predicción.

7.1 Tipos de fotogramas perfeccionados y predicción

Las principales diferencias entre los códecs radican en el grado de flexibilidad que tiene el codificador a la hora de predecir el movimiento de los píxeles.

7.1.1 El marco I-P-B establecido en H.264 y H.265

Los estándares H.264 y H.265 se basan en una jerarquía estándar de tres tipos principales de fotogramas comprimidos para alcanzar la compresión entre fotogramas. Una secuencia de estos fotogramas conforma un grupo de imágenes (GOP), que suele comenzar con un fotograma I, seguido de una combinación de fotogramas P y B. El codificador puede seleccionar libremente el tipo de fotograma tras el fotograma I.

- **Los fotogramas I**, o con codificación interna, son fotogramas de anclaje independientes que almacenan una imagen completa sin hacer referencia a otros fotogramas. Por lo general, ofrecen puntos de acceso aleatorios para la decodificación, el desplazamiento y la recuperación de errores. Utilizando únicamente la predicción espacial de píxeles vecinos dentro del mismo fotograma, los fotogramas I son el tipo de fotograma más grande. H.265 mejoró la predicción intra al introducir más modos direccionales y bloques de predicción de mayor tamaño que el estándar H.264.
- **Los P** son fotogramas predictivos, codificados prediciendo las diferencias de uno o dos fotogramas I o P anteriores. Son significativamente más pequeños que los fotogramas I porque solo almacenan vectores de movimiento (que indican cómo se han movido los bloques de píxeles) y datos residuales (las diferencias entre la predicción y la imagen real). Si bien los fotogramas P representan de manera eficaz el movimiento entre fotogramas, su dependencia de una referencia anterior puede limitar la precisión de la predicción durante movimientos complejos o cambios sustanciales en la escena.
- **Los B** son fotogramas bipredictivos que hacen referencia tanto a datos pasados como futuros para maximizar la eficiencia de codificación. Logran los índices de compresión más altos aprovechando la información de dos direcciones y utilizando una jerarquía que evita que los artefactos se propaguen a otros fotogramas. Aunque son ideales para lograr un movimiento fluido, los fotogramas B introducen un retardo en la decodificación debido a su dependencia de fotogramas futuros. H.265 mejoró el rendimiento de los fotogramas B mediante listas de referencia flexibles y la predicción adaptativa de vectores de movimiento.

7.1.2 El enfoque flexible de AV1 para la predicción inter- fotograma

AV1 mantiene el concepto de hacer referencia a otros fotogramas para reducir el volumen de datos, al tiempo que sustituye las etiquetas rígidas de los fotogramas P o B por una estructura inter- fotograma versátil.

- **Los fotogramas clave** cumplen la misma función fundamental que los fotogramas I, ya que proporcionan imágenes autónomas que pueden decodificarse de forma independiente. Continúan siendo esenciales para el inicio de la reproducción, la búsqueda y la resistencia a los errores. La predicción intra-fotograma mejorada garantiza que incluso los fotogramas clave "completos" en AV1 se codifiquen de manera más eficiente que los fotogramas I en códecs más antiguos, reduciendo su tamaño sin comprometer la calidad. Entre las herramientas específicas de intra-predicción se incluyen modos más direccionales, predictores de Paeth y paleta, y Chroma from Luma.
 - Un mayor número de modos direccionales implica un rango más amplio de 56 ángulos para predecir los valores de los píxeles a partir de píxeles vecinos, en comparación con los 35 de H.265 y los nueve de H.264.
 - El predictor de Paeth selecciona direcciones basándose en gradientes, mientras que el predictor de paleta gestiona de forma eficiente el contenido con conjuntos de colores limitados, como los gráficos por ordenador.
 - Chroma from Luma (CfL) es una técnica de intra-predicción que predice la información de color (croma) a partir de datos de brillo (luma).
- **Los fotogramas intermedios** representan el movimiento y los cambios entre fotogramas clave. Son fundamentalmente similares a los fotogramas P, pero superan las capacidades tanto de los fotogramas P como de los B al utilizar una estructura de referencia multidireccional. A diferencia de los fotogramas P, con una referencia, y los fotogramas B, con hasta dos, los fotogramas intermedios AV1 pueden hacer referencia a hasta seis fotogramas decodificados previamente para cualquier bloque dado. Esto permite al codificador encontrar la mejor coincidencia en múltiples distancias temporales para una predicción más precisa y residuos más pequeños.

7.2 Conjuntos de herramientas de codificación avanzadas

AV1 incorpora varias herramientas sofisticadas para perfeccionar el procesamiento de bloques.

Partición avanzada de bloques. Si bien AV1 admite superbloques de 128x128, el principal punto fuerte del códec radica en la flexibilidad de su partición de bloques. Los superbloques de 128x128 o 64x64 píxeles pueden dividirse en patrones muy flexibles, entre los que se incluyen divisiones en forma de T y relaciones de aspecto de 4:1 o 1:4, hasta llegar a 4x4 píxeles. Esto permite al codificador dividir las imágenes con mayor precisión en torno a los detalles más sutiles que las estructuras rígidas de H.264 o H.265.

Predicción compuesta. Esta función permite combinar dos predicciones diferentes para un mismo bloque. El método compuesto inter-inter combina distintos marcos de referencia o vectores de movimiento, mientras que el método inter-intra combina predicciones inter e intra para mejorar los límites de los objetos. Herramientas como la predicción con partición en cuña crean líneas de transición oblicuas suaves entre las predicciones combinadas para evitar artefactos en forma de bloque y separar con precisión los objetos en movimiento.

7.3 Características de eficiencia operativa

Algunas herramientas de AV1 están diseñadas específicamente para el movimiento de la cámara y el rendimiento en la transmisión.

Movimiento global y movimiento distorsionado. AV1 tiene en cuenta los movimientos de la cámara, como el paneo, la inclinación o el zoom, aplicando un único conjunto de parámetros de distorsión en grandes regiones o fotogramas completos. Esto elimina la necesidad de codificar vectores de movimiento individuales para cada bloque durante el movimiento de la cámara y resulta altamente eficaz para grabaciones de vigilancia.

Fotogramas de transición (tramas S). Se trata de fotogramas intermedios especializados diseñados para la transmisión con velocidad de bits adaptativa. Se pueden predecir a partir de un sistema de referencia de mayor resolución. Esto permite que un decodificador cambie a una transmisión de menor resolución sin necesidad de un fotograma clave completo, optimizando así la experiencia ante distintas condiciones de red.

7.4 Procesamiento y filtrado

AV1 introduce varias mejoras matemáticas y de posprocesamiento que optimizan la calidad de la imagen final y la eficiencia de la codificación.

Mayor precisión interna. AV1 realiza el procesamiento interno de 10 o 12 bits por muestra para reducir los errores de redondeo y conservar los detalles. Esto resulta especialmente beneficioso en situaciones con un alto rango dinámico.

Transformaciones. AV1 admite una gama de transformaciones considerablemente más amplia que H.265. Utiliza diversos tipos para mapear patrones residuales en el dominio de la frecuencia, incluyendo DCT (transformada discreta del coseno) rectangular y la DST (transformada directa del seno). El códec puede combinar distintas transformaciones 1D horizontal y verticalmente para adaptarse mejor a las características de los datos residuales.

Filtrado en bucle. AV1 utiliza el filtro de mejora direccional restringida (CDEF) para suavizar los artefactos de oscilación a lo largo de los bordes dominantes. También emplea un filtro de restauración de bucle basado en Wiener para reducir los artefactos de desenfoque en todo el fotograma.

Síntesis de grano de película. En lugar de codificar de forma ineficaz el ruido aleatorio, AV1 transmite parámetros para sintetizar el grano en el decodificador. Esto preserva la textura percibida al tiempo que ahorra una cantidad significativa de bits. Esta función está diseñada para el uso en cine y radiodifusión, no para vigilancia.

Codificación aritmética no binaria. AV1 utiliza un codificador aritmético no binario que puede resultar más eficiente y rápido de implementar en hardware que los sistemas CABAC binarios utilizados en H.264 o H.265.

8 Guía de integración técnica

8.1 Transmisión y decodificación de vídeo AV1 en dispositivos Axis

Axis admite el estándar de codificación de vídeo AV1 en dispositivos equipados con el sistema en chip (SoC) ARTPEC-9 o versiones posteriores. La implementación cumple plenamente con las especificaciones de AV1, admitiendo el perfil principal con una profundidad de color de 8 bits para garantizar la compatibilidad en una amplia gama de plataformas.

La biblioteca de transmisión de Axis admite la transmisión de vídeo AV1 a través de RTSP/RTP. Esta implementación está escrita en C# y utiliza VAPIX para comunicarse con los dispositivos Axis.

Para garantizar una reproducción de alto rendimiento, se emplean estrategias de decodificación específicas en función de la plataforma de visualización. En el caso de las aplicaciones de escritorio, se utiliza FFmpeg con el decodificador dav1d habilitado. Los clientes web dependen de la compatibilidad con el formato de vídeo AV1 integrada en los navegadores modernos.

En el caso de las aplicaciones móviles desarrolladas para iOS y Android, la implementación de AV1 de Axis ofrece un gran equilibrio entre flexibilidad y rendimiento. Se utiliza FFmpeg para extraer los fotogramas de vídeo de la transmisión. La propia plataforma móvil realiza la decodificación. Los reproductores de vídeo nativos se encargan de la renderización de los fotogramas para garantizar una reproducción fluida y un consumo energético eficiente.

8.2 Consideraciones clave para los desarrolladores

Las API de VAPIX® proporcionan las herramientas y la documentación necesarias para una integración personalizada con AXIS OS. Si necesita orientación sobre cómo integrar el vídeo codificado en AV1 desde nuestros dispositivos en sus integraciones y soluciones, consulte la documentación para desarrolladores de Axis; concretamente: <https://developer.axis.com/video-streaming-and-recording/av1/how-to-guides/integration-guide-av1/>

Antes de integrar dispositivos Axis compatibles con AV1, asegúrese de que el hardware y el software de su sistema admitan la decodificación de vídeo AV1. El vídeo AV1 puede requerir más recursos de CPU que H.265 si no existe compatibilidad de hardware o si la biblioteca del decodificador no está optimizada. Considere la posibilidad de mejorar el rendimiento de su aplicación mediante el uso de subprocesos múltiples, aceleración por GPU u otras técnicas.

El uso de la tecnología de vídeo AV1 está sujeto a términos y condiciones de licencia. Es su responsabilidad obtener las licencias necesarias de terceros para cualquier patente u otra propiedad intelectual que pueda requerirse para el uso de la tecnología de vídeo AV1.

8.2.1 Recuperación de transmisiones AV1

8.2.1.1 Protocolos estándar

Los desarrolladores pueden solicitar transmisiones AV1 mediante protocolos estándar como RTSP/RTP o HTTP, accediendo a una URL específica que acepta parámetros de transmisión, como códec, resolución, velocidad de fotogramas y velocidad de bits.

8.2.1.2 WebRTC

También puede utilizar WebRTC para recuperar transmisiones AV1. Para ello, deberá utilizar una aplicación cliente WebRTC para visualizar la transmisión de vídeo, al menos un servidor de señalización para establecer la conexión inicial y un servidor STUN o TURN para el servicio NAT traversal.

Para la aplicación cliente WebRTC, la opción más común y flexible consiste en utilizar un navegador web moderno y desarrollar una página web con JavaScript para interactuar con las API de WebRTC (como RTCPeerConnection y getUserMedia). Tanto para ordenadores de sobremesa como para dispositivos móviles,

podría desarrollar una aplicación personalizada utilizando bibliotecas WebRTC (como LibWebRTC) para integrar la transmisión de vídeo.

Si no utiliza una solución de Axis Cloud Connect, deberá alojar su propio servidor de señalización. Actuará como coordinador, permitiendo que la cámara Axis (como un punto final WebRTC) y su cliente (el otro punto final) intercambien la información necesaria para establecer una conexión directa. Recursos utilizados:

- Ofertas y respuestas del SDP (Protocolo de descripción de sesión). Estas describen las capacidades multimedia y las configuraciones de cada par.
- Candidatos a ICE (Establecimiento de Conectividad Interactiva). Estas son posibles direcciones de red (combinaciones de IP y puerto) a través de las cuales se podría acceder a cada par.

Puede crear un servidor de señalización empleando diversas tecnologías de backend (como Node.js con WebSockets, Python, Java o Go) para gestionar estos intercambios.

La mayoría de los dispositivos, incluidas las cámaras y los ordenadores cliente, se encuentran detrás de routers NAT (traductor de direcciones de red) y firewalls. Esto dificulta las conexiones directas entre pares, ya que sus direcciones IP internas no son enrutables públicamente. Un servidor STUN (Session Traversal Utilities for NAT) ayuda a los pares a descubrir sus direcciones IP públicas y asignaciones de puertos. Esto consume relativamente pocos recursos. Puede utilizar servidores STUN públicos o alojar el suyo propio.

Si STUN no es suficiente para establecer una conexión directa (por ejemplo, debido a NAT simétricos restrictivos o a firewalls corporativos), necesitará un servidor TURN (Traversal Using Relays around NAT). TURN actúa como un repetidor, reenviando el tráfico multimedia entre pares. Esto consume más ancho de banda e introduce un ligero retardo, pero garantiza la conectividad. Necesitaría alojar su propio servidor TURN.

8.2.2 Decodificación y renderizado de transmisiones AV1

Para decodificar secuencias de vídeo AV1 en su aplicación, puede utilizar FFmpeg, un popular marco de trabajo multimedia de código abierto. Para reproducir secuencias de vídeo AV1, puede utilizar la mayoría de los navegadores modernos, reproductores multimedia, hardware de vídeo o marcos de trabajo públicos.

9 Marcas comerciales

© 2026 Axis Communications AB. AXIS COMMUNICATIONS, AXIS, ARTPEC y VAPIX son marcas comerciales registradas de Axis AB en diferentes jurisdicciones. Microsoft y Windows son marcas registradas del grupo de empresas Microsoft. macOS y Apple son marcas comerciales de Apple Inc., registradas en EE. UU. y otros países. iOS es una marca comercial o marca comercial registrada de Cisco en EE. UU. y otros países, y se utiliza bajo licencia. Android y Google son marcas comerciales de Google LLC. Linux es una marca registrada de Linus Torvalds en EE. UU. y otros países. ONVIF es una marca comercial de ONVIF, Inc. Todas las demás marcas comerciales son propiedad de sus respectivos titulares.

Acerca de Axis Communications

Axis contribuye a crear un mundo más inteligente y seguro mejorando la seguridad, la operatividad de las empresas y la inteligencia empresarial. Como líder del sector y empresa especializada en tecnología de redes, Axis ofrece videovigilancia, control de acceso, intercomunicadores y soluciones de audio. Su valor se multiplica gracias a las aplicaciones inteligentes de analítica y una formación de primer nivel.

Axis cuenta aproximadamente con 5.000 empleados especializados en más de 50 países y proporciona soluciones a sus clientes en colaboración con sus socios de tecnología e integración de sistemas. Axis fue fundada en 1984 y su sede central se encuentra en Lund (Suecia).[aboutaxis_text2](#)