

Axis Zipstream-Technologie

Reduzieren Sie den Speicherplatz, nicht die Qualität

Dezember 2024

Zusammenfassung

Die Axis Zipstream-Technologie ermöglicht eine höhere Auflösung und eine bessere forensische Verwertbarkeit bei gleichzeitiger Reduzierung der Speicherkosten. Dazu reagiert der Algorithmus dynamisch auf Veränderungen in der Bildszene und passt sich permanent an. Das verringert die Bandbreite sowie das Datenspeichervolumen und damit die Kosten.

Netzwerk-Bandbreite und Speicherkapazität sind bei den meisten netzwerkbasieren Videosicherheitssystemen begrenzt. Zipstream ist eine radikal verbesserte, Standard-kompatible Video-Encoder-Implementierung, die den Bandbreiten- und Speicherbedarf im Vergleich zu einer Standardkomprimierung um durchschnittlich mindestens 50 % reduziert. Axis Zipstream bewahrt wichtige Details oder bewegte Objekte, während die übrigen, weniger relevanten Bereiche im Bild stärker komprimiert werden. So kann die verfügbare Bandbreite effizienter genutzt werden.

Zipstream ist eine Sammlung von Algorithmen zur Analyse von Videostreams in Echtzeit:

- Dynamische ROI (Region of interest) – Erkennt anhand von Objekten, Personen oder Bewegungen in der Szene Beobachtungsbereiche und wendet den aus forensischer Sicht richtigen Komprimierungsgrad an.
- Dynamic GOP (Group of pictures) – Dieser Algorithmus lässt die Kamera weniger oft bandbreitenintensive I-Frames senden, wenn sich eine Szene nicht verändert.
- Dynamische Bilder pro Sekunde (engl. Frames per second, FPS) – Reduziert die Bitrate, wenn in der Szene kaum oder gar keine Bewegungen zu sehen sind. Die Kamera erfasst und analysiert Videos bei voller Bildfrequenz; überflüssige Bilder werden nicht codiert.

Zipstream wird ständig weiter verbessert und um neue Funktionen erweitert. Zu den Verbesserungen seit der Markteinführung im Jahr 2015 gehören die PTZ-Kamerafunktion, die Unterstützung für 4K Ultra HD, Multi-Megapixel sowie 360°-Panoramakameras, Begrenzung der dynamischen Bildfrequenz und Frame Skipping bei den dynamischen FPS. Ein neues Update enthält ein Profil, das den Videostream für die Speicherung optimiert. Das macht leistungsfähigere Videokomprimierungstechniken möglich und vereinfacht die Nutzung und intuitive Bedienung von Zipstream.

Zipstream bietet jetzt AV1-Unterstützung in Kameras, die auf dem System-on-Chip ARTPEC-9 basieren. Diese Kameras unterstützen AV1 und H.265 parallel zu H.264, um während eines längeren Übergangszeitraums eine flexible Migration zuzulassen. ARTPEC-9 kann mehrere Videostreams gleichzeitig bis zur maximalen Leistungsgrenze des Chips liefern.

Inhalt

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Einführung | 4 |
| 2 | Videokomprimierungsalgorithmen | 4 |
| 3 | So funktioniert Zipstream | 4 |
| 3.1 | Zipstream aktivieren | 5 |
| 3.2 | Aktivierung des Speicherprofils | 5 |
| 3.3 | Konfigurationsoptionen | 6 |
| 3.4 | Algorithmen zur Reduzierung der Bitrate | 7 |
| 3.5 | Speicherprofil | 8 |
| 3.6 | Zu erwartende Reduzierung der Bitrate mit Beispielen | 9 |
| 3.7 | Zipstream Parametereinstellungen | 11 |
| 3.8 | Vergleichsmessungen | 12 |
| 4 | Zipstream für spezielle Kameratypen | 15 |
| 4.1 | PTZ-Kameras | 15 |
| 4.2 | 4K-Ultra-HD- und Multi-Megapixel-Kameras | 17 |
| 4.3 | 360°-Panoramakameras | 17 |
| 4.4 | AV1-Unterstützung | 17 |
| 4.5 | H.265-Unterstützung | 17 |
| 5 | Anwendungsbereiche | 18 |
| 5.1 | Forensisch relevante Details | 18 |
| 6 | Akronyme und Abkürzungen | 19 |

1 Einführung

Kameratechnologien wie Sensoren, Optik und integrierte Bildverarbeitung haben sich in den letzten zehn Jahren stark verbessert. Das ermöglicht Videos mit höherer Auflösung, Bildrate und größerem Dynamikbereich, die mehr Details der Szene erfassen können. Infolgedessen sind Videobeweise und forensische Analysen heute zuverlässiger, aber nur, wenn es möglich ist, das Video am richtigen Ort, zur richtigen Zeit und in der richtigen Qualität abzurufen. Und aufgrund der höheren Bitrate sind die Anforderungen an Speicher und Bandbreite gestiegen.

Die Axis Zipstream-Technologie ist eine für Videosicherheit optimierte, mit Standards kompatible Video-Encoder-Umsetzung, die deutlich effizienter arbeitet als Standard-Encoder. Sie senkt die Bandbreiten- und Speichieranforderungen um durchschnittlich 50 % oder mehr. Zipstream ist eine Sammlung intelligenter Komprimierungsalgorithmen, die dafür sorgen, dass relevante Bilddetails im Videostream gut erkennbar bleiben, während unnötige Daten entfernt werden. Zipstream wird ständig um weitere dynamische Funktionen erweitert.

2 Videokomprimierungsalgorithmen

Sicherheitsvideos müssen zuerst verarbeitet werden, bevor sie effizient gespeichert werden können. Bereits übertragene Videoinformationen werden nicht erneut gesendet. Nur die Änderungen, die sich von Bild zu Bild ergeben, werden übermittelt. Details, die keine Bedeutung für die visuelle Qualität haben, werden vernachlässigt.

Um einen systemübergreifenden Austausch von komprimierten Videostreams zu ermöglichen, wurden internationale Standards entwickelt, d. h. eine Syntax für Videostreams zum Speichern, Teilen und Anzeigen von Videos.

Der heute gebräuchlichste Video-Komprimierungsstandard ist H.264. Er ist effizient genug, um mehrere Tage Sicherheitsvideo auf einer einzigen SD-Karte speichern zu können.

AV1 ist ein moderner und Open-Source-freundlicher Standard, da er ohne Lizenz der Alliance for Open Media (AOM) auskommt. AV1 wird in Zukunft eine wichtige Rolle bei der Sicherheitsüberwachung spielen, da immer mehr Lösungen in die Cloud integriert werden müssen.

H.265 sollte H.264 ersetzen, aber Lizenzprobleme machten es den Unternehmen schwer, H.265 in großem Umfang zu nutzen. Daher war es für die Hardware-Anbieter schwierig, Client-Decoder vorzuinstallieren, und für die Endnutzer zu kompliziert, sie selbst zu implementieren.

Die verschiedenen Video-Encoder-Standards geben nicht vor, wie das Video komprimiert werden soll, sondern standardisieren nur die Syntax und das Wiedergabeverfahren. Dadurch ist es möglich, verbesserte Videocodierungslösungen zu entwickeln, ohne die Interoperabilität (Decoder-Kompatibilität) zu beeinträchtigen. Zipstream ist die optimierte Implementierung eines nativen H.264/AV1/H.265 Video-Encoders für Sicherheitsanwendungen. Es enthält verschiedene für Sicherheitszwecke spezifische Verfahren, damit die vernetzten Kameras Videos mit deutlich geringerer Bitrate erstellen können.

3 So funktioniert Zipstream

Die Axis Zipstream-Technologie ist eine Sammlung von Algorithmen, die den Videostream in Echtzeit analysiert. Bewegungen und Details von Interesse werden unter Bewahrung der Videoqualität beibehalten, während das spezielle Verfahren von Axis andere Bereiche aggressiver herausfiltern kann, um die verfügbare Bandbreite optimal zu nutzen.

Zipstream ist in keiner Weise ein Ersatz für High Efficiency Video Coding (HEVC)/ITU Telecommunication Standardization Sector (ITU-T) H.265, das gemeinsam von der ISO/IEC Moving Picture Experts Group (MPEG) und der ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG) entwickelt wurde, oder für den Standard AV1, der von der Alliance for Open Media (AOM) entwickelt wurde. Vielmehr stellt Zipstream eine Verbesserung der Video-Encoder dar, anwendbar mit nur minimalen Anpassungen bei vielen Video-Komprimierungsstandards wie H.264, AV1 oder H.265.

3.1 Zipstream aktivieren

Zipstream kann von vielen VMS-Lösungen automatisch angefordert werden. Sie können Zipstream auch aktivieren, indem Sie es in den Kameras konfigurieren. Dies kann effizient in AXIS Device Manager verwaltet werden.

Sie können die verschiedenen Teile des Zipstream-Algorithmus einzeln konfigurieren oder das Speicherprofil verwenden, das Zipstream automatisch so konfiguriert, dass das Video für die Speicherung optimiert wird.

3.2 Aktivierung des Speicherprofils

- **Klassisches Profil:** Das Standardprofil, mit dem Sie einen Großteil des Zipstream-Algorithmus gezielt steuern können.
- **Speicherprofil:** Ein Profil, das Zipstream so konfiguriert, dass das Video für die Speicherung und spätere Zugriffe optimiert wird.

Wenn ein Videostream von der Kamera angefordert wird, kann ein Stream-Profilparameter hinzugefügt werden, der einen speicheroptimierten Datentransfer anfordert. Dies ist die bevorzugte Art, um das Speicherprofil zu aktivieren, doch sie erfordert eine VMS-Integration. Ist dies nicht möglich, kann eine Konfigurationsschnittstelle in der Kamera die Verwendung des Speicherprofils für alle Streams erzwingen.



Figure 1. Aktivierung des Speicherprofils durch Auswahl von „Für Speicher optimieren“ in den Zipstream-Einstellungen der Kamera-GUI.

3.3 Konfigurationsoptionen

Mit Zipstream wird der komprimierte Videostream auf der Basis von vier Faktoren angepasst:

- Szenenbewegung
- Szeneninhalt
- Umgebungslichtstärke
- Konfigurationsoptionen

Konfigurationsoptionen, die sich auf Zipstream auswirken:

- Komprimierung
- GOP-Länge
- Bildfrequenz
- Stärke (Zipstream Aufwandsniveau)
- Dynamische GOP
- Begrenzung der dynamischen GOP
- Dynamische FPS
- Begrenzung der dynamischen FPS
- Modus Frame Skipping bei dynamischen FPS

Der Stärkeparameter definiert das Aufwandsniveau für Zipstream folgendermaßen:

| Stärke | Aufwand- sniveau | Sichtbare Konsequenzen |
|--------|---------------------|---|
| Aus | Aus | Keinen |
| 10 | Niedrig | In den meisten Szenen kein sichtbarer Effekt |
| 20 | Mittel | Sichtbarer Effekt in einigen Szenen: Weniger Bildrauschen und etwas niedrigere Detailstufe in weniger interessanten Beobachtungsbereichen |
| 30 | Hoch | Sichtbarer Effekt in vielen Szenen: Weniger Bildrauschen und niedrigere Detailstufe in weniger interessanten Beobachtungsbereichen |
| 40 | Höher | Sichtbarer Effekt in noch mehr Szenen: Weniger Bildrauschen und niedrigere Detailstufe in weniger interessanten Beobachtungsbereichen |
| 50 | Extrem | Sichtbarer Effekt in den meisten Szenen: Weniger Bildrauschen und niedrigere Detailstufe in weniger interessanten Beobachtungsbereichen |

Alle Einstellungen des Stärkeparameters sind mit allen bereits verfügbaren Softwareanwendungen kompatibel und reduzieren trotzdem die Bitrate.

Andere Parameter können wie folgt konfiguriert werden:

| Dynamische GOP | Erklärung |
|----------------|---------------------------------------|
| Aus | Dynamische GOP-Anpassung, deaktiviert |
| An | Dynamische GOP-Anpassung, aktiviert |

| Begrenzung der dynamischen GOP | Erklärung |
|--------------------------------|--|
| Ist-Wert | Maximal zulässige dynamische GOP-Länge |

| Dynamische FPS | Erklärung |
|----------------|--|
| Aus | Dynamische Anpassung der Bildfrequenz, deaktiviert |
| An | Dynamische Anpassung der Bildfrequenz, aktiviert |

| Begrenzung der dynamischen FPS | Erklärung |
|--------------------------------|---|
| Ist-Wert | Minimal zulässige dynamische Bildfrequenz |

| Modus Frame Skipping bei dynamischen FPS | Erklärung |
|--|-----------------------------|
| Leer | Frame Skipping, deaktiviert |
| Verringert | Frame Skipping, aktiviert |

Netzwerk-Kameras, die Zipstream unterstützen, sind standardmäßig mit dem Stärkeparameter 10 und deaktivierter Dynamic Group of Pictures/PPS konfiguriert. Die Standardeinstellung ist mit allen vorhandenen Anwendungen kompatibel und reduziert immer noch die Bitrate.

3.4 Algorithmen zur Reduzierung der Bitrate

Eine Reduzierung der Bitrate ergibt sich entweder aus dem dynamischen ROI, der dynamischen GOP oder der dynamischen FPS von Zipstream.

Dynamische ROI (Region of Interest)

Bei der dynamischen ROI (Region of Interest) werden in Echtzeitanalyse anhand von Objekten oder Bewegungen in der Szene Beobachtungsbereiche erkannt und der aus forensischer Sicht richtige Komprimierungsgrad angewandt. Dies erfolgt für den gesamten Bildinhalt und ergibt eine völlig flexible dynamische ROI. Die ROI kann sich je nach Inhalt zugunsten der unmittelbaren Bandbreite automatisch erweitern, reduzieren, in der Form ändern und teilen, kann verschmelzen, verschwinden und wieder auftauchen.

Da nicht bekannt ist, in welchem Teil des Bildes relevante Informationen erscheinen werden, bereitet Zipstream das System auf unerwartete Ereignisse vor. Diese intelligente dynamische ROI ist viel effizienter als andere traditionelle ROI-Umsetzungen, bei denen der Bereich manuell festgelegt wird.

Dynamische GOP

Durch die dynamische GOP (Group of Pictures) versendet die Kamera weniger oft bandbreitenintensive I-Frames, wenn es keine Bewegung in der Szene gibt. Video aus typischen Überwachungsszenen mit wenig Bewegung kann ohne Detailverlust auf eine extrem geringe Bitrate reduziert werden. Dieser Algorithmus nimmt auf Basis des Bewegungsanteils eine Echtzeit-Anpassung der GOP-Länge im komprimierten Video vor. Nicht alle Clients und VMS können mit Axis Zipstream komprimierte Video-Sequenzen wiedergeben, auch wenn der Algorithmus dem H.264-Standard entspricht.

Dynamische FPS

Dynamische FPS reduziert die Bitrate, indem keine unnötigen Videobilder codiert werden. Dafür werden sie einfach aus dem Datenstrom ausgelassen. Eine statische Überwachungsszene wird mit stark reduzierter Bildfrequenz codiert, obwohl die Kamera das Video mit voller Bildfrequenz erfasst und analysiert. Da die Bewegung von Objekten in der Szene als Steuerungsvariable herangezogen wird, kann es vorkommen, dass kleine Objekte in der Ferne nicht sofort zu einer Erhöhung der Bildfrequenz führen. Nähern sich die Objekte aber der Kamera, erhöht sich die Bildfrequenz automatisch, um alle wichtigen Details darzustellen. Die Kamera reduziert automatisch die Anzahl der bereitgestellten Bilder pro Sekunde. Dies führt bei vielen Szenen zu einer erheblichen Einsparung der Datenmengen.

Über den Parameter „Begrenzung der dynamischen Bildfrequenz“ kann eine Untergrenze für dynamische Bilder pro Sekunde festgelegt werden. Daraufhin wird eine dynamische Bildrate zwischen den FPS des Videostreams und der konfigurierten Mindestbildrate festgelegt, so dass sie auch in unterstützenden Systemen mit FPS-Mindestanforderungen sowie in Systemen verwendet werden kann, die eine höhere Bildrate pro Sekunde erfordern.

Einige Video Management Systeme unterstützen möglicherweise keine flüssige Wiedergabe von Videos mit dynamischen FPS, auch wenn der komprimierte Videostream den Videostandards H.264/AV1/H.265 entspricht. Dann sind über Frame Skipping (Einstellung des Modus Frame Skipping bei dynamischer FPS auf leer) weiterhin dynamische Bilder pro Sekunde verwendbar. Die Bildrate des Videos wird variieren, doch die Bildrate des gesamten Videostreams bleibt erhalten. Deaktiviertes Frame Skipping fungiert als Kompatibilitätsmodus, der trotzdem noch eine Bitratensparnis durch dynamische Bilder pro Sekunde bringt.

In einigen Überwachungsfällen erlauben die gesetzlichen Bestimmungen die Nutzung einer dynamischen Bildfrequenz nicht. Durch Auswahl des passenden Mindest-FPS-Werts kann der dynamische FPS-Algorithmus weiterhin genutzt werden.

3.5 Speicherprofil

Der Haupteinsatzbereich von Axis Videoprodukten ist die Aufzeichnung von Videos zur Speicherung, um später darauf zugreifen zu können. Das Speicherprofil in Zipstream minimiert die Bitrate, aber maximiert den Wert als Beweismittel für den betreffenden Einsatzzweck. Entsprechend dem vorkonfigurierten Profil ruft die Kamera automatisch den Zipstream-Algorithmus auf, der sich für den betreffenden Kameratyp am besten eignet, und nutzt fortschrittlichere Werkzeuge zur Videocodierung. Das Profil unterscheidet sich je nach Kamera, abhängig von ihren Funktionen. Ebenso kann auch das Ergebnis bei unterschiedlichen Kameratypen anders ausfallen.

Das Speicherprofil verwendet eine neue GOP-Struktur mit bis zu zwei bidirektionalen Frames (B-Frames) pro P-Frame, die Bitraten einspart, indem sie zukünftige Informationen in der Videocodierung nutzen kann. Die Anzahl der B-Frames wird dynamisch angepasst, da es Situationen gibt, in denen ihre Verwendung die Bitrate erhöhen würde. Neben der Reduzierung der Bitrate wirken sich B-Frames durch eine Latenz von 1/fps pro B-Frame aus. Das bedeutet beispielsweise bei einem Video mit 25 Bildern pro Sekunde zusätzliche

80 ms Latenzzeit bei Verwendung von speicheroptimiertem Video. Das Profil H.264 Baseline unterstützt keine B-Frames und wird bei Verwendung des Speicherprofils in das Profil H.264 High geändert.

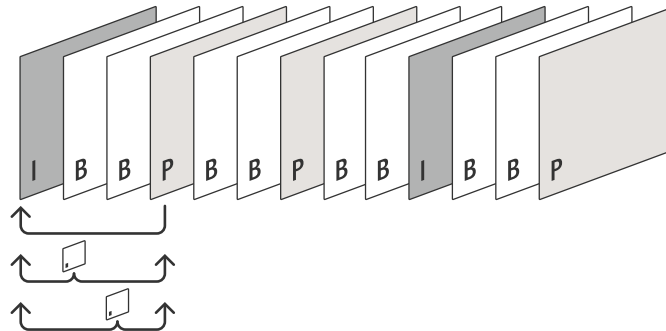


Figure 2. Typische Sequenz von I-, B- und P-Frames. P-Frames verweisen nur auf vorausgehende I- oder P-Frames, B-Frames ggf. auch auf nachfolgende I- oder P-Frames. Im Speicherprofil wird die Anzahl der B-Frames dynamisch angepasst.

Im Speicherprofil wird immer Dynamische GOP verwendet, während die anderen Zipstream-Konfigurationen unverändert bleiben.

Bei zu vielen Stream-Anfragen an die Kamera werden Videos mit dem Speicherprofil priorisiert behandelt. Das soll ihren Wert als Beweismittel sicherstellen.

3.6 Zu erwartende Reduzierung der Bitrate mit Beispielen

Zipstream reduziert die durchschnittliche Bitrate mithilfe von Echtzeit-Szeneninformationen. Die Gesamtreduzierung der Bitrate lässt sich durch die unabhängige Bewertung der Bitraten-Einsparung für jeden Algorithmus und die Kombination der Ergebnisse einschätzen. Die zu erwartende Reduzierung der Bitrate ist in der folgenden Tabelle dargestellt. Bitte beachten Sie, dass alle Beispiele und Zahlen in diesem Abschnitt unter Anwendung der H.264-Komprimierung erstellt wurden.

| Zipstream-Algorithmus | Reduzierung der Bitrate | Beeinflusst durch |
|-----------------------|-------------------------|---|
| Dynamische ROI | 10-50 % | Zipstream-Stärkeparameter, Szenenbewegung und -inhalt |
| Dynamische GOP | 0-50 % | Szenenbewegung |
| Dynamische FPS | 0-50 % | Szenenbewegung |

Die folgenden Diagramme bilden die unmittelbare Bitrate eines Videos mit Dynamic GOP in vier verschiedenen Bewegungsszenarien A, B, C und D ab. Bei der obersten Grafik ist Zipstream deaktiviert. In der mittleren Grafik greift Zipstream geringfügig ein, in der unteren Grafik wurde starkes Eingreifen konfiguriert. Alle Streams haben eine variable Bitrate (VBR) mit GOP-Länge 32. Jedes I-Frame-Update

zeigt sich deutlich als Bitratenspitze auf der vertikalen Achse. Die Reduzierung der Bitrate wird durch die grau schattierten Bereiche angezeigt.

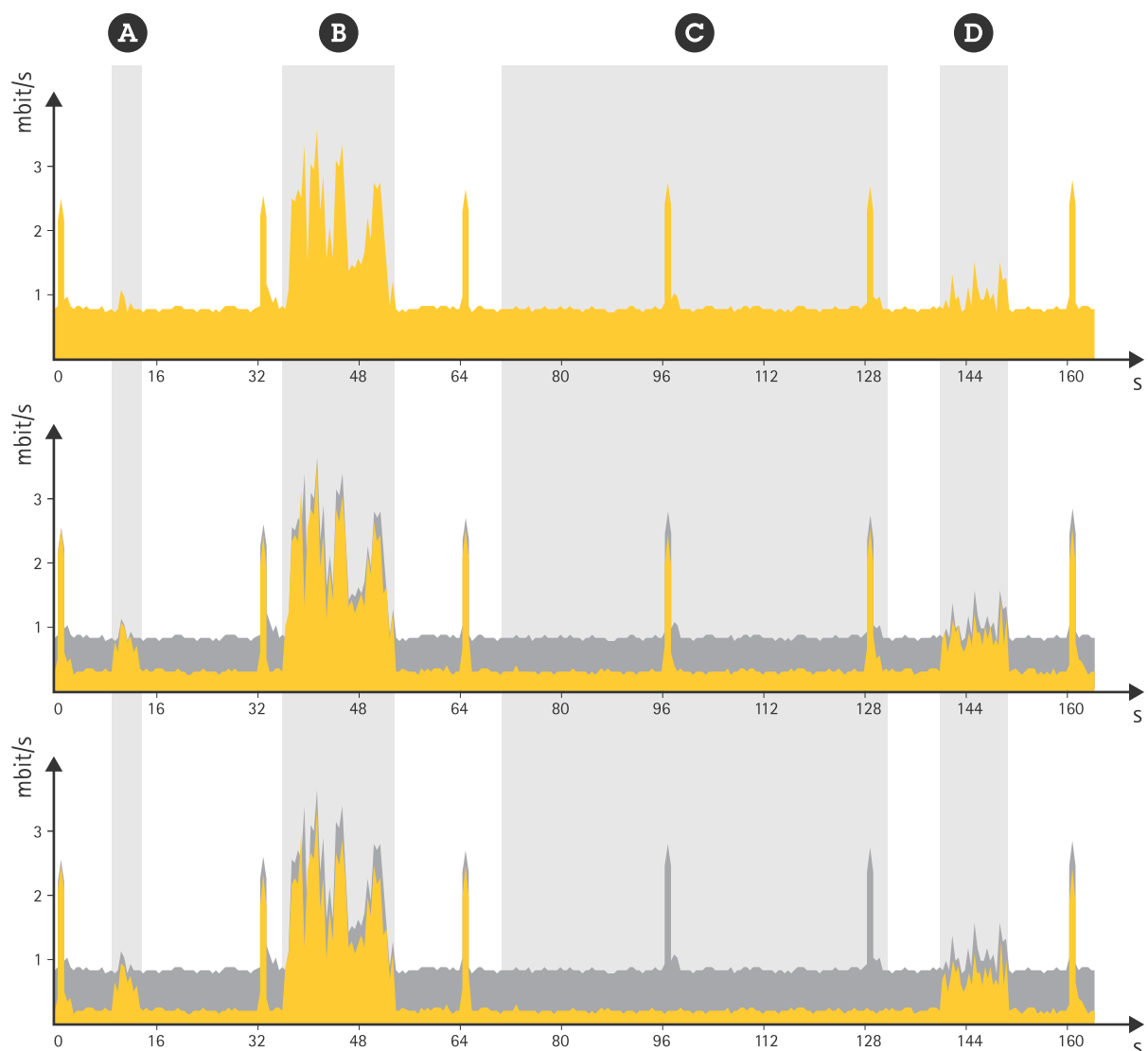


Figure 3. Illustration der unmittelbaren Bitrate für vier verschiedene Szenarien.

Die Beispielzeiträume in der obigen Grafik verdeutlichen das Verhalten von Zipstream unter verschiedenen Bedingungen:

A: Zeitraum mit kurzen, kleinen Bewegungen. Die Bewegung wird erkannt und durch Hinzufügen von Bits in diesem Bereich kann die Qualität des bewegten Teils des Videos erhalten werden.

B: Dieser Zeitraum mit größeren, längeren Bewegungen erfordert mehr Platz, aber auch für diese Bewegung kann noch Speicherplatz eingespart werden, da Dynamic ROI Bereiche erkennt, in denen Informationen ohne Priorität entfernt werden können.

C: Es werden Zeiträume ohne Bewegung erkannt. Der dynamische GOP-Algorithmus verhindert überflüssige I-Frame-Aktualisierungen.

D: Zeitraum mit längeren, kleineren Bewegungen.

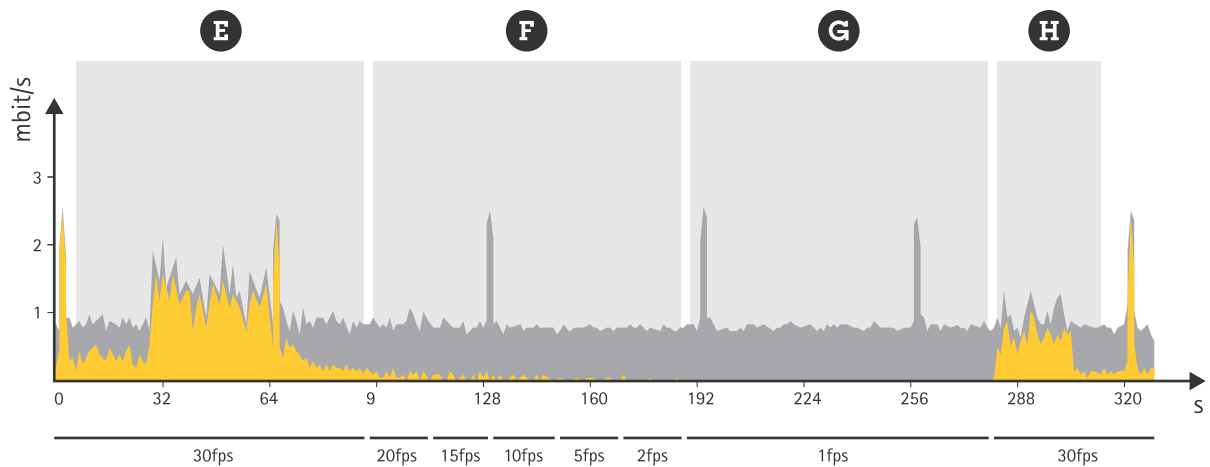


Figure 4. Darstellung der unmittelbaren Bitrate und der dynamischen Bildfrequenz in vier verschiedenen Szenarien. Zipstream und dynamische FPS sind aktiviert.

Das Beispiel in der obigen Abbildung zeigt das Verhalten von Zipstream in vier verschiedenen Bewegungsszenarien (E, F, G und H) bei aktiven dynamischen FPS:

E: Bei Bewegungen in der Szene erzeugt die Kamera Daten mit 30 Bildern pro Sekunde.

F: Nimmt die Bewegung ab, sinkt die Bildfrequenz deutlich. Die Bitrate geht bei reduzierter Bildfrequenz zurück, weil weniger Daten übertragen werden.

G: In einem Zeitraum ohne Bewegung bei einer vollkommen statischen Szene fällt die Bildfrequenz zwischen I-Frames annähernd auf Null. Einzige Bitrate-Faktoren sind vereinzelt I-Frame-Aktualisierungen.

H: Wird wieder eine Bewegung erkannt, kehrt die Kamera sofort zu 30 Bildern pro Sekunde zurück.

3.7 Zipstream Parametereinstellungen

Die ursprüngliche Komprimierungsstufe wird auch bei aktiviertem Zipstream verwendet. Dieser Parameter steuert den Komprimierungsgrad für relevante forensische Details. Die Komprimierungsstufe ist normalerweise auf 30 eingestellt; dieser Wert ist auch bei aktiviertem Zipstream zu empfehlen.

Der integrierte Bitraten-Controller im Encoder kann mit Zipstream kombiniert werden, um eine maximale Bitrate (MBR) zu erzwingen. MBR ist eine Konfiguration einer variablen Bitrate (VBR) mit einem oberen Grenzwert, der das System vor kurzfristigen Bandbreitenspitzen schützt. Die MBR-Grenze muss jedoch ausreichend hoch sein, um keine Details in der Bewegung von Objekten zu verlieren und trotzdem das volle Potential von Axis Zipstream auszunutzen.

Um die Aufbewahrungszeit für auf SD-Karten gespeicherte Video-Sequenzen zu erhöhen oder die Bandbreite für die Übertragung auf einen Cloud-Speicher zu begrenzen, sollte der Stärke-Parameter auf 30 gesetzt und dynamisches GOP aktiviert werden. Diese Einstellung eignet sich besonders bei der Kombination aus Aufzeichnung bei Bewegungserkennung und MBR. Die Verwaltung der Datenspeicher (SD-Karte oder NAS, Network Attached Storage) erfolgt durch die Kamera oder den Video-Encoder und nennt sich Edge-Storage.

Die Algorithmen für dynamische GOP und FPS können für eine stärkere Reduzierung der Bitrate parallel verwendet werden. Falls das Video Management System oder eine andere Client-Software die variierende

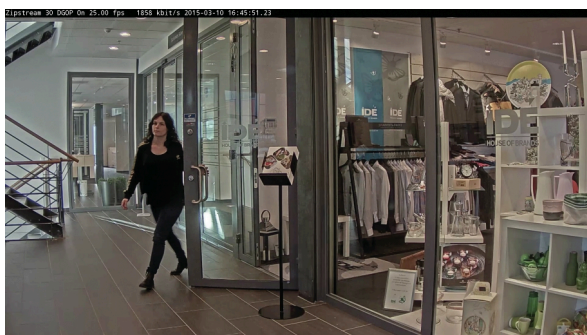
GOP-Länge nicht bearbeiten kann, legen Sie eine kürzere maximale GOP-Länge fest oder deaktivieren Sie Dynamic GOP ganz. Deaktivieren Sie das Frame Skipping der dynamischen FPS oder setzen Sie einen Mindestwert für die zulässigen dynamischen FPS fest, wenn die Software die variierende Bildfrequenz nicht bearbeiten kann.

3.8 Vergleichsmessungen

In diesem Kapitel wird die gemessene Bitratenreduzierung für verschiedene Arten von Überwachungsszenen vorgestellt.

3.8.1 Reduzierung der Bitrate durch Zipstream

Dieser Abschnitt stellt Szenen vor, in denen Zipstream den Speicherbedarf reduzieren kann. Dargestellt sind die gemessene Gesamtreduzierung der Bitrate, der Zipstream-Aufwand sowie ggf. die Aktivierung dynamischer GOP und FPS.



Zipstream-Stärke: **Niedrig**

Dynamic GOP: **Aus**

Dynamische FPS: **Aus**

Bitratenreduzierung insgesamt: **25 %**

Figure 5. Einzelhandel: Gut ausgeleuchtete, detaillierte Innenraumszene mit gelegentlichen Bewegungen mittlerer Ausdehnung



Zipstream-Stärke: **Hoch**

Dynamic GOP: **Ein**

Dynamische FPS: **Aus**

Bitratenreduzierung insgesamt: **50 %**

Figure 6. Städteüberwachung: Übersicht bei Tageslicht, die meiste Zeit mit vielen kleinen Fahrzeugbewegungen.

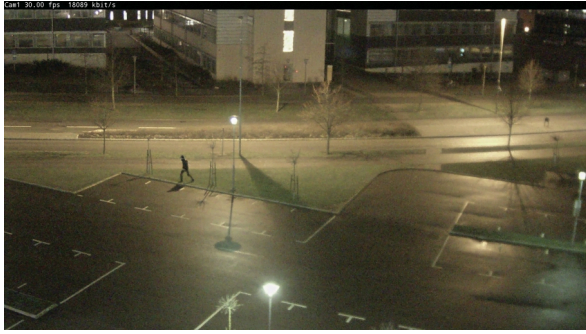


Figure 7. Daueraufzeichnung: Nachtszene mit hohem Bildrauschen und häufigen, kleinen und schnellen Fahrzeugbewegungen.

Zipstream-Stärke: Hoch

Dynamic GOP: Ein

Dynamische FPS: Aus

Bitratenreduzierung insgesamt: 90 %



Figure 8. Städteüberwachung: Dauerüberwachung von Szenen mit sporadischen Bewegungen.

Zipstream-Stärke: Extrem

Dynamic GOP: Ein

Dynamische FPS: Ein

Bitratenreduzierung insgesamt: 73 %



Figure 9. Daueraufzeichnung: Daueraufzeichnung von nächtlichen Szenen ohne oder mit nur wenigen kleineren Bewegungen.

Zipstream-Stärke: Extrem

Dynamic GOP: Ein

Dynamische FPS: Ein

Bitratenreduzierung insgesamt: 99,7 %



Figure 10. Städteüberwachung: Übersicht bei Tageslicht, die meiste Zeit mit vielen kleinen Bewegungen.

Zipstream-Stärke: Extrem

Dynamic GOP: Ein

Dynamische FPS: Aus

Bitratenreduzierung insgesamt: 85 %

3.8.2 Zusätzliche Reduzierung der Bitrate durch das Speicherprofil

Durch die Aktivierung des Zipstream-Speicherprofils kann im Vergleich zur Standardeinstellung viel Speicherplatz eingespart werden. Sogar in Szenen mit vielen Bewegungen kann dieses Profil dank neuer Komprimierungswerkzeuge die Bitrate weiter reduzieren. Dynamische GOP (und dynamische FPS / Dynamische Bilder pro Sekunde) ist in diesen Szenen kaum relevant, weil sie ständig in Bewegung sind. Beruhigt sich die Szene, würden dynamische GOP weitere Einsparungen bringen.



Figure 11. Städteüberwachung: Übersicht bei Tageslicht, die meiste Zeit mit vielen kleinen Bewegungen.

Zipstream-Speicherprofil Aktiviert

Zusätzliche Bitratenreduzierung*: 40 %

* im Vergleich mit der Zipstream-Standardkonfiguration (Stärke: Gering, Dynamische GOP: Aus, Dynamische FPS: Aus)



Figure 12. Städteüberwachung: Übersicht bei Tageslicht, die meiste Zeit über Bewegung.

Zipstream-Speicherprofil Aktiviert

Zusätzliche Bitratenreduzierung*: 33 %

* im Vergleich mit der Zipstream-Standardkonfiguration (Stärke: Gering, Dynamische GOP: Aus, Dynamische FPS: Aus)



Figure 13. Städteüberwachung: Stark frequentierter Fußgängerüberweg, meistens mit Bewegungen.

Zipstream-Speicherprofil Aktiviert

Zusätzliche Bitratenreduzierung*: 32 %

* im Vergleich mit der Zipstream-Extremkonfiguration (Stärke: Extrem, Dynamische GOP: Ein, Dynamische FPS: Ein)

4 Zipstream für spezielle Kameratypen

4.1 PTZ-Kameras

Mit dem Algorithmus für PTZ-Kameras kann Zipstream die Bitrate reduzieren, auch wenn die Kamera schwenkt, sich neigt oder zoomt. Der Algorithmus reduziert die Bitrate in Echtzeit, indem er die verwendete dynamische ROI zur Bewahrung wichtiger Bilddetails automatisch aktualisiert. Ein dynamischer Bitrate-Controller wurde hinzugefügt, um die PTZ-Benutzbarkeit weiter zu verbessern und die Systemanforderungen zu reduzieren. So lassen sich von den Kamerabewegungen verursachte Bandbreitenspitzen reduzieren. Hierfür wird die allgemeine Videoqualität verringert, unter Beibehaltung von Referenzpunkten, die der Benutzer zur Navigation verwenden kann, um die Orientierung zu behalten und um wichtige Objekte bei schnellen Kamerabewegungen zu verfolgen.

Das Speicherprofil funktioniert mit PTZ-Kameras, kann aber im Live-Ansichtsmodus zu einer gewissen Latenz führen.

4.1.1 Erweiterte dynamische ROI

In einer PTZ-Kamera kompensiert der dynamische ROI-Algorithmus gleichzeitig Bewegungen in der Szene und Kamerabewegungen. Bei Kamerabewegungen werden einige Bereiche des Videos als wichtiger identifiziert und priorisiert, während andere Bereiche stärker komprimiert werden, um die

Bandbreitennutzung zu reduzieren. Dieser Teil des Algorithmus reduziert die durchschnittliche Bandbreite und den Speicherbedarf, erhält aber forensisch relevante Details.

4.1.2 Dynamischer Bitrate-Controller

Selbst wenn die erweiterte dynamische ROI aktiviert ist, benötigt eine schwenkende, sich neigende und zoomende Kamera mehr Bandbreite als eine unbewegliche Kamera. Das liegt daran, dass während der schnellen Neupositionierung der Kamera die Bildkomplexität stark ansteigt. Da die Bewegungsunschärfe die Videoqualität auf jeden Fall reduziert, kann ein Algorithmus für den dynamischen Bitrate-Controller verwendet werden, um die Bitrate automatisch zu reduzieren und durch die Kamerabewegung ausgelöste Bandbreitenspitzen zu vermeiden. Eine PTZ-Kamera führt das Schwenken, Neigen und Zoomen normalerweise in Sekundenbruchteilen aus. Sobald die Kamera wieder anhält, stellt der Bitrate-Controller die Bitrate für optimale Videoqualität sofort wieder her.

Der dynamische Bitraten-Controller reduziert die Anforderungen an das gesamte System, wie die Übertragungsausrüstung (Switches und Router), Speicher (Aufzeichnungs-Server und Festplattengröße) und Anzeigergeräte (Computer und Decoder). Damit ist ein Fernzugriff auf eine PTZ-Kamera ohne Einbußen bei der Bildqualität und der Flexibilität auch über bandbreitenschwache Übertragungsmedien möglich.

4.1.3 Beispiel für die Reduzierung der Bitrate

Das Beispiel in der folgenden Abbildung zeigt die unmittelbare Bitrate eines Videos in vier verschiedenen Bewegungsszenarios (J, K, L und M). Die obere Grafik zeigt das Ergebnis ohne Zipstream. In der unteren Grafik wurde Zipstream für PTZ aktiviert. Alle Streams sind VBR-Streams mit GOP-Länge 32. Die unmittelbare Bitrate (die gelben Bereiche) können in der senkrechten Achse abgelesen werden.

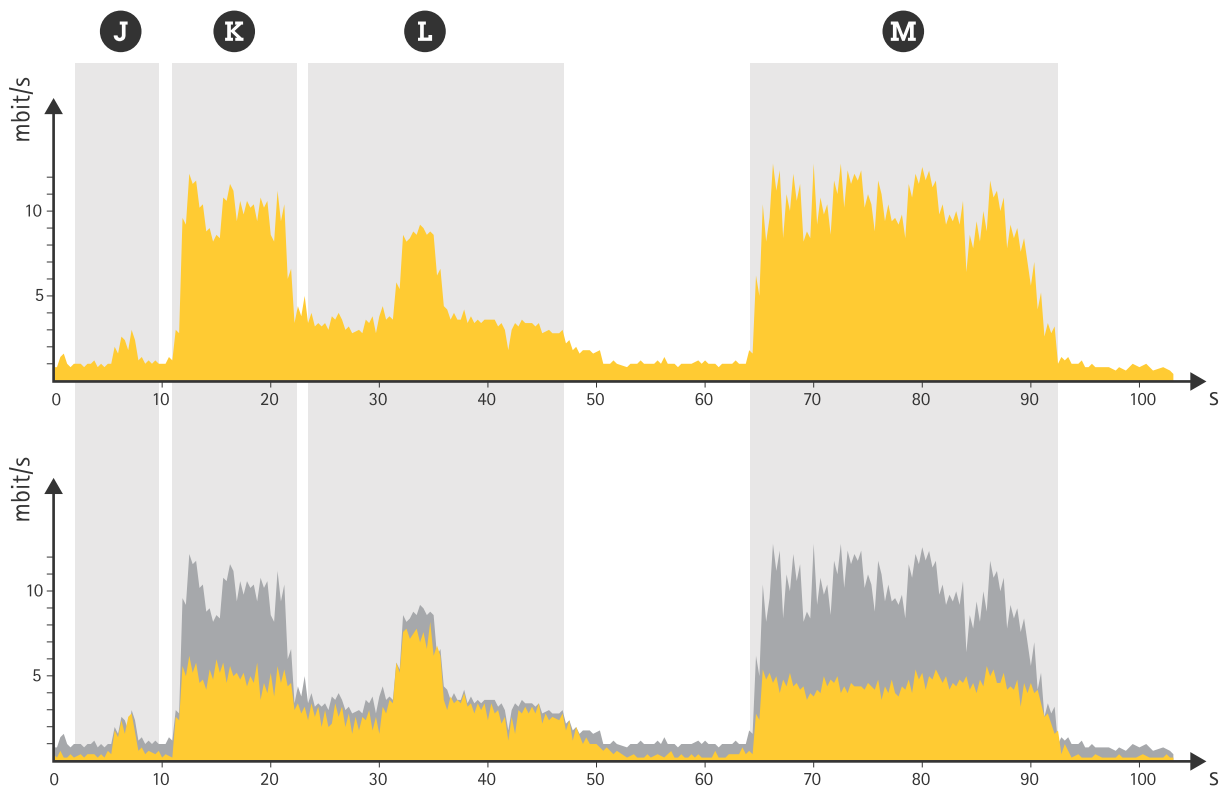


Figure 14. Illustration der Einsparungen bei der unmittelbare Bitrate in einem PTZ-Szenario.

J: Zunächst befindet sich die PTZ-Kamera bewegungslos in ihrer Übersichtsposition. Der Zipstream-Standardalgorithmus spart erhebliche Mengen Speicherplatz ein, weil die Kamera komplett still steht. Plötzlich erfasst die Kamera eine kleine Bewegung.

K: Der Bediener schwenkt und zoomt die Kamera, um die Bewegung in höherer Auflösung sehen zu können. Bei der schnellen Neupositionierung erzielt der dynamische Bitrate-Controller eine erhebliche Reduzierung der Bitrate.

L: Die PTZ-Kamera zeichnet das Ereignis als hochauflösendes Video auf. Der Zipstream-Standardalgorithmus reduziert automatisch die Bitrate in Bildbereichen, die keine Priorität haben.

M: Nach dem Ereignis schwenkt und neigt der Bediener die Kamera, um einen größeren Bereich nach ähnlichen Ereignissen abzusuchen. Die Videoqualität wird automatisch den PTZ-Bewegungen angepasst.

4.2 4K-Ultra-HD- und Multi-Megapixel-Kameras

Zipstream kann auch für die Produkte mit dem höchsten Bedarf an Bitratenreduzierung aktiviert werden: 4K- und Multi-Megapixel-Kameras. Diese hochauflösenden Kameras erfassen äußerst effizient forensisch relevante Details. Aufgrund ihres hohen Speicherbedarfs war ihr Einsatz bisher jedoch mit hohen Kosten verbunden. Heute kann Zipstream einen 4K-Video stream in Echtzeit analysieren, um den Übertragungs- und Speicherbedarf zu reduzieren.

4.3 360°-Panoramakameras

Panoramakameras sind unbewegliche Kameras, die pro Einzelkamera große Bereiche zwischen 180° und 360° abdecken können. Häufige Einsatzgebiete sind insbesondere die Überwachung von Aktivitäten sowie die Erfassung von Ereignissen in großen Arealen, das Nachverfolgen von Personenströmen und die Verbesserung des Bereichsmanagements. Neue Panoramakamera-Modelle kombinieren eine vollflächige Abdeckung mit Auflösungen im Multi-Megapixel-Bereich und liefern entzerrte Aufnahmen mit großer Detailschärfe. Zipstream unterstützt alle Optionen der Panoramaansicht dieser Kameras und kann den Speicherbedarf drastisch reduzieren.

4.4 AV1-Unterstützung

In Kameras mit dem ARTPEC-9 System-on-Chip unterstützt Zipstream die hardwarebeschleunigte AV1-Videokodierung, die auf dem von AOM veröffentlichten AV1-Format basiert. Obwohl für Sicherheitsanwendungen völlig neu, ist AV1 der Videoencoder, der H.264 dank niedriger Bitrate, neuer Funktionen und breiter Unterstützung von Client-Decodern ablösen wird.

AV1 wird wahrscheinlich der bevorzugte Video-Encoding-Standard für Cloud-Lösungen werden und sich auch als wertvoll für On-Premise-Lösungen erweisen, die eine Cloud-Integration oder einen Remote-Zugriff auf Videos für mobile Benutzer erfordern. Mit seinem schnell wachsenden Ökosystem ist AV1 für einen geringen Platzbedarf optimiert, kann aber auch auf kundenspezifische Hardware skaliert werden, wenn Offloading erforderlich ist.

4.5 H.265-Unterstützung

Zipstream unterstützt den globalen Video-Komprimierungsstandard H.265. Dieser wurde allerdings für Videoübertragungen ohne Ton entwickelt und ist noch nicht vollständig an Videosicherheitsanwendungen

mit ihren oft schwierigen Lichtverhältnissen angepasst. Auch die Unterstützung des H.265-Ökosystems ist immer noch begrenzt und weist keine wirklichen Fortschritte auf.

Zipstream für H.265 wird mit den gleichen Tools und Merkmalen ausgeliefert wie die ursprüngliche H.264-Version, liefert aber in komplexen Szenen noch geringere Bitraten. H.265 codiert bewegliche Objekte sehr effizient in einer hohen Detailstufe, aber in bestimmten Fällen könnte Zipstream mit H.264 trotzdem eine geringere Bandbreite liefern.

Abhängig vom SoC der Kamera kann Zipstream H.264, H.265 und AV1 parallel in derselben Kamera unterstützen, ohne dass eine Neukonfiguration oder komplizierte Systemeinstellungen erforderlich sind. Echtes Multi-Streaming, bei dem sowohl der Codec als auch die Konfiguration pro Stream ausgewählt werden können, ermöglicht eine flexible Übertragung oder Speicherung all dieser Videotypen. Dieser Multi-Codec-Ansatz ist entscheidend, um die Übergangszeit zwischen den Standards so reibungslos wie möglich zu gestalten.

5 Anwendungsbereiche

Kamerasicherheitssysteme erfordern eine Reduzierung der Bitrate, bei gleichbleibend hoher Bildqualität. Auch die geringste Abweichung muss erfasst werden, und es muss möglich sein, nach einem Vorfall umfassende forensische Untersuchungen anzustellen. Dank der geringen Bitrate für statische Szenen sind mit Zipstream kontinuierliche Aufzeichnungen möglich.

Für AXIS Camera Station Edge ist eine sogar noch geringere Bitrate wünschenswert, da hier die Priorität auf geringen Systemkosten und einfacher Installation liegt. Die Reduzierung der Videoqualität sollte aber immer kontrolliert stattfinden, um Vorfälle in einer Videoaufzeichnung zuverlässig festzuhalten. Dabei muss die Videoqualität kontrolliert reduziert werden, um die Abläufe leicht erkennen und interpretieren zu können. Zipstream reduziert die Anzahl der verpassten Auslöser, indem es längere Aufzeichnungssegmente für jedes durch eine Bewegung ausgelöste Ereignis zulässt, ohne übermäßige Daten zu erzeugen.

Zipstream ist für Benutzer relevant, die ihre Speicherkosten oder Netzwerkbelastung reduzieren möchten. Bei jedem Videosicherheitssystem senkt ein reduzierter Speicherbedarf unabhängig von Systemgröße oder Speicherlösung unmittelbar die Gesamtkosten. Mit Zipstream wird für jede aufgezeichnete Minute weniger Speicher benötigt. Dadurch lassen sich Aufbewahrungszeit, Auflösung oder Kameraanzahl erhöhen, ohne den Speicher vergrößern zu müssen.

Kameras, die Zipstream und AV1 verwenden, sind für Cloud-Lösungen, die effiziente Videokodierung mit niedriger Bitrate erfordern, sehr attraktiv. Da AV1 von Haus aus von vielen mobilen Geräten, Computern und Webbrowsern unterstützt wird, ohne dass Plugins erforderlich sind, lässt sich Zipstream mit AV1 nahtlos in die Toolboxes von Cloud-Anbietern integrieren. Darüber hinaus kann AV1 mit WebRTC für Videostreaming in Echtzeit mit geringer Verzögerung und hoher Auflösung bei deutlich niedrigerer Bitrate im Vergleich zur herkömmlicher H.264-Kodierung verwendet werden.

5.1 Forensisch relevante Details

Axis empfiehlt die Verwendung von Netzwerk-Video mit einer variablen Bitrate (VBR), bei der die Qualität in Echtzeit an den Szeneninhalte angepasst wird. Eine konstante Bitrate (CBR) ist als Strategie zur Speicherreduzierung nicht zu empfehlen, da Kameras, die CBR-Aufnahmen liefern, in kritischen Situationen aufgrund der Bitraten-Begrenzung möglicherweise wichtige forensisch relevante Details verwerfen müssen.

Zipstream ermöglicht es, weiterhin ohne Begrenzung mit VBR zu arbeiten, mit dem Ergebnis einer optimalen Videoqualität, und das bei Verringerung des Speicherbedarfs. So liefern die Systeme weiter eine hohe Videoqualität. Wichtige forensische Details wie Gesichter, Tattoos und Muster von Kleidung

bleiben erhalten, unwichtige Teile der Szene wie weiße Wände, Rasenflächen oder andere Vegetation werden vernachlässigt.

Für Speicherlösungen oder Netzwerke, die eine obere Bandbreitenbegrenzung erfordern, unterstützt Zipstream die MBR-Methode, die Systeme vor temporären Bandbreitenspitzen schützt.

6 Akronyme und Abkürzungen

AOM: Alliance for Open Media

AV1: AOMedia Video 1

CBR: Constant bitrate (Konstante Bitrate)

FPS: Frames per second (Bilder pro Sekunde)

GOP: Group of pictures (Bildgruppe)

HEVC: High Efficiency Video Coding (Hochleistungs-Videocodierung)

IEC: International Electrotechnical Commission (Internationale Elektrotechnische Kommission)

ISO: International Organization for Standardization (Internationale Organisation für Normung)

ITU: International Telecommunication Union (Internationale Fernmeldeunion)

ITU-TITU: Telecommunication Standardization Sector (ITU-Sektor für Telekommunikationsnormung)

MBR: Maximale Bitrate

MPEG: Moving Picture Experts Group (Expertengruppe für bewegte Bilder)

NAS: Network Attached Storage (über Netzwerk verbundener Speicher)

PTZ: Schwenken/Neigen/Zoomen

ROI: Region of Interest (Beobachtungsbereich)

SoC: System on chip

VBR: Variable Bitrate

VCEG: Video Coding Experts Group oder Visual Coding Experts Group (Expertengruppe für Videocodierung)

VMS: Video Management System

Über Axis Communications

Axis ermöglicht eine smartere und sichere Welt durch die Entwicklung von Lösungen zur Verbesserung von Sicherheit und Geschäftsperformance. Als Technologieführer im Bereich Netzwerk-Video bietet Axis Produkte für die Videosicherheit und Zutrittskontrolle, Intercoms, Audiosysteme und intelligente Analyseanwendungen. Die branchenweit anerkannten Schulungen der Axis Communications Academy vermitteln fundiertes Expertenwissen zu den neuesten Technologien.

Das 1984 gegründete schwedische Unternehmen beschäftigt etwa 4.000 engagierte MitarbeiterInnen in über 50 Ländern und bietet mit Technologie- und Systemintegrationspartnern auf der ganzen Welt kundenspezifische Lösungen an. Das Unternehmen Axis wurde 1984 gegründet und hat seinen Hauptsitz in Lund, Schweden.