

Technologia Axis Zipstream

Zmniejszenie zapotrzebowania na pamięć masową bez pogarszania jakości

Grudzień 2024

Streszczenie

Axis Zipstream umożliwia korzystanie z wyższej rozdzielczości i zwiększa użyteczność materiału w pracach wyjaśniających, a jednocześnie obniża koszty pamięci masowej. Inteligentna metoda kompresji zwiększa wagę istotnych szczegółów obrazu zawartych w strumieniu wideo, jednocześnie usuwając niepotrzebne dane.

Obecnie większość sieciowych systemów dozoru wizyjnego jest ograniczona przepustowością i możliwościami przechowywania zarejestrowanego materiału. Technologia Zipstream to znacznie wydajniejsza, zgodna ze standardami implementacja wideoenkodera, która zmniejsza zapotrzebowanie na przepustowość i pamięć masową średnio o 50% lub więcej w porównaniu ze standardową kompresją. Ważne szczegóły i ruch są zachowywane z wysoką jakością wideo, natomiast specjalnie udoskonalona przez Axis metoda kompresji może silniej filtrować pozostałe dane obrazu z myślą o optymalnym wykorzystaniu dostępnej przepustowości.

Technologia Zipstream jest zbiorem algorytmów, które analizują strumień wideo w czasie rzeczywistym:

- Dynamiczny obszar zainteresowania – ten algorytm określa obszary zainteresowania na podstawie obiektów, osób lub ruchu występującego w scenie oraz stosuje poziom kompresji właściwy z perspektywy prac wyjaśniających.
- Dynamiczna grupa obrazów – ten algorytm sprawia, że kamera rzadziej wysyła klatki I (w dużym stopniu wykorzystujące przepustowość), gdy scena nie zawiera ruchu.
- Dynamiczna liczba klatek na sekundę – zmniejsza zajętość pasma transmisji w przypadku niewielkiego natężenia ruchu w scenie lub jego braku. Kamera przechwytyje i analizuje materiał wizyjny z maksymalną liczbą klatek na sekundę, ale zbędne klatki nie są kodowane.

Technologia Zipstream jest stale ulepszana i rozszerzana o nowe funkcje. Ulepszenia wprowadzone w technologii Zipstream od czasu jej debiutu rynkowego w 2015 r. obejmują funkcje kamer PTZ, obsługę kamer 4K Ultra HD, kamer wielomegapikselowych i 360-stopniowych kamer panoramicznych, ograniczenie dynamicznej liczby klatek na sekundę oraz pomijanie klatek w algorytmie dynamicznej liczby klatek na sekundę. W niedawnej aktualizacji dodano profil optymalizujący strumień wideo pod kątem przechowywania. Umożliwia to stosowanie bardziej zaawansowanych technik kompresji wideo, a jednocześnie zapewnia łatwiejsze i bardziej intuicyjne korzystanie z technologii Zipstream.

Obecnie Zipstream zapewnia obsługę standardu AV1 w kamerach wyposażonych w procesor SoC (system-on-chip) ARTPEC-9. Kamery te obsługują formaty AV1 i H.265 równolegle z H.264, aby umożliwić elastyczną migrację w dłuższym okresie przejściowym. ARTPEC-9 może dostarczać wiele strumieni jednocześnie aż do maksymalnego limitu swojej wydajności.

Spis treści

1	Wprowadzenie	4
2	Algorytmy kompresji wideo	4
3	Jaka jest zasada działania technologii Zipstream?	5
3.1	Włączanie technologii Zipstream	5
3.2	Włączanie profilu przechowywania	5
3.3	Opcje konfiguracji	6
3.4	Algorytmy zmniejszające zajętość pasma transmisji	8
3.5	Profil przechowywania	9
3.6	Spodziewane zmniejszenie zajętości pasma transmisji i przykłady	10
3.7	Ustawienia parametrów technologii Zipstream	12
3.8	Porównania	13
4	Technologia Zipstream dla konkretnych typów kamer	17
4.1	Kamery PTZ	17
4.2	Kamery 4K Ultra HD i wielomegapikselowe	18
4.3	360-stopniowe kamery panoramiczne	19
4.4	Obsługa standardu AV1	19
4.5	Obsługa standardu H.265	19
5	Obszary zastosowań	19
5.1	Szczegóły do prac wyjaśniających	20
6	Akronimy i skróty	20

1 Wprowadzenie

W ciągu ostatnich 10 lat nastąpił dynamiczny rozwój technologii stosowanych w kamerach, takich jak przetworniki, elementy optyczne i wbudowane mechanizmy przetwarzania obrazu. Zaowocowało to poprawą w zakresie rozdzielczości, liczby klatek na sekundę i zakresu tonalnego, a co za tym idzie – szczegółowości rejestrowanego obrazu. Przekłada się to na większą użyteczność materiału dowodowego i analiz materiału na potrzeby prac wyjaśniających, ale tylko w sytuacji, gdy istnieje możliwość pobrania materiału wizyjnego z właściwego miejsca o właściwej porze i z zachowaniem właściwej jakości. A większa zajętość pasma transmisji oznacza większe zapotrzebowanie na pamięć masową i przepustowość łączy.

Technologia Axis Zipstream to zoptymalizowana pod kątem dozoru wizyjnego i zgodna ze standardem implementacja wideoenkodera, która jest o wiele wydajniejsza od standardowych enkoderów. Obniża ona zapotrzebowanie na przepustowość i pamięć masową średnio o 50% lub więcej. Zipstream jest zbiorem inteligentnych algorytmów kompresji, które zwiększają wagę istotnych szczegółów obrazu zawartych w strumieniu wideo, jednocześnie umożliwiając usunięcie niepotrzebnych danych. Technologia Zipstream jest stale ulepszana przez wprowadzanie dodatkowych funkcji dynamicznych.

2 Algorytmy kompresji wideo

Materiał z systemu dozoru musi zostać przetworzony przed zapisaniem, aby zapewnić efektywne wykorzystanie miejsca w pamięci masowej. Służą do tego algorytmy kompresji wideo, które kodują dane wizyjne przez zmniejszenie ilości informacji i usunięcie danych nadmiarowych. Algorytmy te lokalizują w materiale wizyjnym obszary, które już zostały przesłane, pozwalając uniknąć ich niepotrzebnego wysłania w następnej klatce. Algorytmy identyfikują też miejsca w materiale, z których można usunąć szczegóły bez obniżania jakości obrazu.

Nowoczesne metody kompresji wideo, które dobrze ze sobą współdziałają, tworzą międzynarodowy standard określający składnię strumienia wideo na potrzeby zapisywania, udostępniania i przeglądania materiału wizyjnego.

Obecnie najczęściej używany jest standard kompresji wideo pod nazwą H.264, którego skuteczność umożliwia zmieszczenie materiału z systemu dozoru z kilku dni na jednej karcie SD.

AV1 jest nowoczesnym standardem o charakterze otwartym, ponieważ Alliance for Open Media (AOM) udostępnia go bez pobierania opłat licencyjnych. Przewiduje się, że AV1 odegra istotną rolę w przyszłej branży dozoru bezpieczeństwa, w której więcej rozwiązań będzie wymagać integracji z chmurą.

Następcą standardu H.264 miał być format H.265, ale problemy licencyjne utrudniły firmom jego szerokie wykorzystanie. W konsekwencji producentom sprzętu trudno było preinstalować dekodery klienckie, a w przypadku użytkowników końcowych ich samodzielne wdrażanie okazało się zbyt skomplikowane.

Poszczególne standardy wideoenkodera nie narzucają samej metody kompresji wideo: określają jedynie składnię i metodę odtwarzania materiału. Pozwala to tworzyć udoskonalone rozwiązania kodujące przy zachowaniu formatu pliku na potrzeby zgodności operacyjnej (czyli zapewnienia zgodności między dekodernami). Technologia Zipstream jest wydajniejszą implementacją natywnego wideoenkodera H.264/AV1/H.265 na potrzeby systemów dozoru. Obejmuje ona szereg specjalnych metod, dzięki którym kamery sieciowe mogą generować materiał wizyjny przy znacznie mniejszej zajętości pasma transmisji.

3 Jaka jest zasada działania technologii Zipstream?

Technologia Axis Zipstream jest zbiorem algorytmów działających w kamerze, które pozwalają kamerze analizować strumień wideo w czasie rzeczywistym. Interesujące szczegóły i ruch są zachowywane zadaną jakością wideo, natomiast specjalna metoda opracowana przez Axis silniej filtruje pozostałe obszary z myślą o optymalnym wykorzystaniu dostępnej przepustowości.

Zipstream w żaden sposób nie zastępuje standardu High Efficiency Video Coding (HEVC)/ITU Telecommunication Standardization Sector (ITU-T) H.265, który został opracowany wspólnie przez ISO/IEC Moving Picture Experts Group (MPEG) i ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG), ani standardu AV1, który został opracowany przez Alliance for Open Media (AOM). Zipstream to rozszerzenie wideoenkodera, które po drobnych modyfikacjach można zastosować w wielu standardach kompresji wideo, w tym H.264, AV1 czy H.265.

3.1 Włączanie technologii Zipstream

Technologia Zipstream może być ustawiana automatycznie w przypadku wielu rozwiązań VMS. Technologię Zipstream można też włączyć przez jej skonfigurowanie w kamerach. Operację tę można sprawnie przeprowadzić w narzędziu AXIS Device Manager.

Można osobno konfigurować różne elementy algorytmu Zipstream lub skorzystać z profilu przechowywania, który automatycznie konfiguruje technologię Zipstream tak, aby materiał wizyjny był optymalizowany pod kątem przechowywania.

3.2 Włączanie profilu przechowywania

- **Profil klasyczny:** profil domyślny, który umożliwia indywidualne sterowanie głównymi elementami algorytmu Zipstream.
- **Profil przechowywania:** profil, który konfiguruje technologię Zipstream tak, aby materiał wizyjny był optymalizowany pod kątem przechowywania i późniejszego uzyskiwania dostępu.

W ramach żądania strumienia wideo z kamery można dodać odpowiedni parametr profilu strumienia, aby uzyskać strumień zoptymalizowany pod kątem przechowywania. Jest to preferowany sposób włączania profilu przechowywania, jednak wymaga on integracji z systemem VMS. Jeśli nie jest ona dostępna,

interfejs konfiguracji w kamerze może wymusić użycie profilu przechowywania w odniesieniu do wszystkich strumieni.

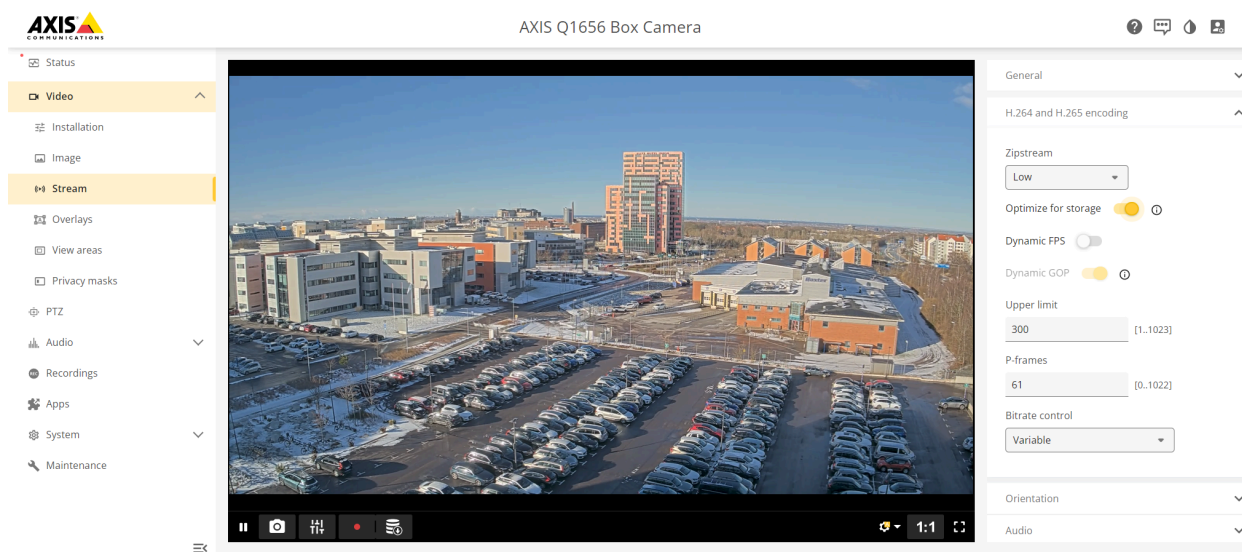


Figure 1. Aby włączyć profil przechowywania, należy wybrać opcję „Optimize for storage” (Optymalizuj pod kątem przechowywania) w ustawieniach technologii Zipstream w interfejsie graficznym kamery.

3.3 Opcje konfiguracji

Technologia Zipstream modyfikuje skompresowany strumień wideo w oparciu o cztery czynniki. Są to:

- Ruch w obserwowanej scenie
- Zawartość sceny
- Poziom oświetlenia w otoczeniu
- Opcje konfiguracji

Opcje konfiguracji wpływające na działanie technologii Zipstream:

- Kompresja
- Długość grupy obrazów
- Liczba klatek przesyłanych w ciągu zadanej jednostki czasu
- Siła (poziom nakładu pracy technologii Zipstream)
- Dynamiczna grupa obrazów
- Ograniczenie dynamicznej grupy obrazów
- Dynamiczna liczba klatek na sekundę
- Ograniczenie dynamicznej liczby klatek na sekundę
- Tryb pomijania klatek w dynamicznej liczbie klatek na sekundę

Parametr siły określa poziom nakładu pracy technologii Zipstream zgodnie z poniższym zestawieniem:

Siła	Poziom nakładu pracy	Widoczne skutki
Wył.	Wył.	Brak
10	Niski	Brak widocznych skutków w większości scen
20	Średni	Widoczne skutki w niektórych scenach: mniej zakłóceń (szumu) i nieco mniejsza szczegółowość w obszarach mniejszego zainteresowania
30	Wysoki	Widoczne skutki w wielu scenach: mniej zakłóceń (szumu) i mniejsza szczegółowość w obszarach mniejszego zainteresowania
40	Wyższy	Widoczne skutki w jeszcze większej liczbie scen: mniej zakłóceń (szumu) i mniejsza szczegółowość w obszarach mniejszego zainteresowania
50	Niezwykłe wysoki	Widoczne skutki w większości scen: mniej zakłóceń (szumu) i mniejsza szczegółowość w obszarach mniejszego zainteresowania

Wszystkie ustawienia parametru siły są zgodne z istniejącymi aplikacjami, a jednocześnie powodują zmniejszenie zajętości pasma transmisji.

Pozostałe parametry można skonfigurować następująco:

Dynamiczna grupa obrazów	Wyjaśnienie
Wył.	Dynamiczne modyfikacje grupy obrazów wyłączone
Wł.	Dynamiczne modyfikacje grupy obrazów włączone

Ograniczenie dynamicznej grupy obrazów	Wyjaśnienie
Rzeczywista wartość	Maksymalna dozwolona długość dynamicznej grupy obrazów

Dynamiczna liczba klatek na sekundę	Wyjaśnienie
Wył.	Dynamiczne modyfikacje liczby klatek na sekundę wyłączone
Wł.	Dynamiczne modyfikacje liczby klatek na sekundę włączone

Ograniczenie dynamicznej liczby klatek na sekundę	Wyjaśnienie
Rzeczywista wartość	Minimalna dozwolona wartość dynamicznej liczby klatek na sekundę

Tryb pomijania klatek w dynamicznej liczbie klatek na sekundę	Wyjaśnienie
Puste	Pomijanie klatek wyłączone
Opuszczane	Pomijanie klatek włączone

W domyślnej konfiguracji kamer sieciowych obsługujących technologię Zipstream parametr siły ma wartość 10, a algorytmy dynamicznej grupy obrazów i dynamicznej liczby klatek na sekundę są wyłączone. Ustawienie domyślne jest zgodne ze wszystkimi istniejącymi aplikacjami, a jednocześnie zmniejsza ilość danych w transmisji sieciowej.

3.4 Algorytmy zmniejszające zajętość pasma transmisji

W przypadku korzystania z technologii Zipstream zajętość pasma transmisji można zmniejszyć przez zastosowanie algorytmu dynamicznego obszaru zainteresowania (ROI), dynamicznej grupy obrazów (GOP) lub dynamicznej liczby klatek na sekundę (FPS).

Dynamiczny obszar zainteresowania (ROI)

Wykorzystując analizę prowadzoną w czasie rzeczywistym, algorytm dynamicznego obszaru zainteresowania określa obszary zainteresowania na podstawie obiektów, osób lub ruchu występującego w scenie oraz stosuje poziom kompresji właściwy z perspektywy prac wyjaśniających. Proces analizy jest wykonywany na całym obrazie, skutkując dużą elastycznością dynamicznego obszaru zainteresowania. Obszar ten może się automatycznie powiększać, zmniejszać, zmieniać kształt, dzielić się, łączyć, znikać i pojawiać ponownie zależnie od zawartości obrazu, optymalizując chwilowe wykorzystanie przepustowości.

Ponieważ nie wiadomo, w których partiach obrazu pojawią się ważne informacje, technologia Zipstream przygotowuje system na nieoczekiwane zdarzenia. Taki dynamicznie i automatycznie kształtowany obszar zainteresowania jest znacznie wygodniejszy od tradycyjnych implementacji tej funkcji, w których obszar ustawia się ręcznie.

Dynamiczna grupa obrazów (GOP)

Jeśli jest stosowany algorytm dynamicznej grupy obrazów, kamera rzadziej wysyła klatki I (w dużym stopniu wykorzystujące przepustowość), gdy scena nie zawiera ruchu. Materiał wizyjny z typowych scen z niewielką ilością ruchu występujących w systemach dozoru można poddać bardzo silnej kompresji bez jakiegokolwiek utraty szczegółów. Ten algorytm na bieżąco modyfikuje długość grupy obrazów w skompresowanym materiale wizyjnym zależnie od ilości ruchu. Należy pamiętać, że w przypadku włączenia tego algorytmu nie wszystkie aplikacje i systemy VMS obsługują płynne odtwarzanie obrazu wideo, mimo że skompresowany strumień wideo jest zgodny ze standardem H.264.

Dynamiczna liczba klatek na sekundę (FPS)

Algorytm dynamicznej liczby klatek na sekundę zmniejsza zajętość pasma transmisji, ponieważ unika zbędnego kodowania klatek wideo przez ich pomijanie w strumieniu. Scena statyczna jest kodowana przy znacznie mniejszej liczbie klatek na sekundę, mimo że kamera dozorowa przechwytuje i analizuje materiał wizyjny z maksymalną liczbą klatek. Ponieważ zmienną sterującą jest ruch obecny w scenie, niewielki ruchomy obiekt znajdujący się w dużej odległości może nie zostać odwzorowany z użyciem maksymalnej liczby klatek. Obiekty zbliżające się do kamery powodują wzrost liczby klatek, co pozwala zarejestrować każdy istotny szczegół. Liczba dostarczanych klatek na sekundę jest automatycznie ograniczana przez kamerę, a to umożliwia zaoszczędzenie znacznych ilości danych w przypadku wielu scen.

Algorytm dynamicznej liczby klatek pozwala skonfigurować niższy limit liczby klatek za pomocą specjalnego parametru ograniczającego. Wówczas wybierana jest dynamiczna liczba klatek na sekundę, która zawiera się między liczbą klatek występującą w strumieniu a skonfigurowaną wartością minimalną. Pozwala to na korzystanie ze strumienia zarówno w obsługiwanych systemach wymagających pewnej minimalnej liczby klatek na sekundę, jak i w systemach wymagających większej liczby klatek.

Niektóre systemy zarządzania materiałem wizyjnym mogą nie obsługiwać płynnego odtwarzania obrazu wideo z dynamiczną liczbą klatek na sekundę, mimo że skompresowany strumień wideo jest zgodny ze

standardami H.264/AV1/H.265. W takich przypadkach wyłączenie pomijania klatek (ustawienie „pustego” trybu pomijania klatek) umożliwia dalsze korzystanie z algorytmu dynamicznej liczby klatek na sekundę. Liczba klatek na sekundę w materiale wizyjnym będzie się zmieniać, natomiast pełna liczba klatek na sekundę w strumieniu zostanie zachowana. Wyłączenie pomijania klatek to swego rodzaju tryb zgodności, dzięki któremu użytkownik może korzystać z algorytmu dynamicznej liczby klatek na sekundę, choć zmniejszenie zajętości pasma transmisji jest wówczas mniej znaczące niż gdy pomijanie klatek jest włączone.

Wymogi prawne mogą zabraniać korzystania z dynamicznej liczby klatek na sekundę w niektórych zastosowaniach dozoru. W takich przypadkach wybór odpowiedniej minimalnej wartości liczby klatek na sekundę umożliwia dalsze korzystanie z algorytmu dynamicznej liczby klatek.

3.5 Profil przechowywania

Głównym zastosowaniem produktów wizyjnych Axis jest nagrywanie materiału wizyjnego w celu jego przechowywania, aby w razie można było później uzyskać do niego dostęp. Profil przechowywania w ramach technologii Zipstream minimalizuje zajętość pasma transmisji, a jednocześnie maksymalizuje wartość dowodową materiału w takich zastosowaniach. W przypadku korzystania z fabrycznie skonfigurowanego profilu kamera automatycznie włącza algorytm Zipstream najbardziej odpowiedni w przypadku kamery danego typu i stosuje bardziej zaawansowane narzędzia do kodowania wideo. W przypadku różnych kamer profil może być różny, zależnie od możliwości danej kamery, a uzyskane wyniki mogą się różnić między poszczególnymi typami kamer.

Profil przechowywania wykorzystuje nową strukturę grupy obrazów, z maksymalnie dwiema klatkami dwukierunkowymi (klatkami B) na klatkę P, co pozwala zmniejszyć zajętość pasma transmisji dzięki możliwości wykorzystania przyszłych informacji do kodowania wideo. Liczba klatek B jest dynamicznie zmieniana, ponieważ zdarza się, że stosowanie klatek B mogłoby powodować wzrost zajętości pasma transmisji. Poza zmniejszeniem zajętości pasma transmisji klatki B powodują opóźnienie na poziomie 1/fps na klatkę B. Oznacza to, że w przypadku na przykład materiału wizyjnego przesyłanego z szybkością 25 klatek na sekundę w wyniku optymalizacji pod kątem przechowywania wystąpi dodatkowe 80 ms opóźnienia. Należy pamiętać, że w formacie H.264 Baseline klatki B nie są obsługiwane, więc w przypadku korzystania z profilu przechowywania zostanie zamiast niego użyty format H.264 High.

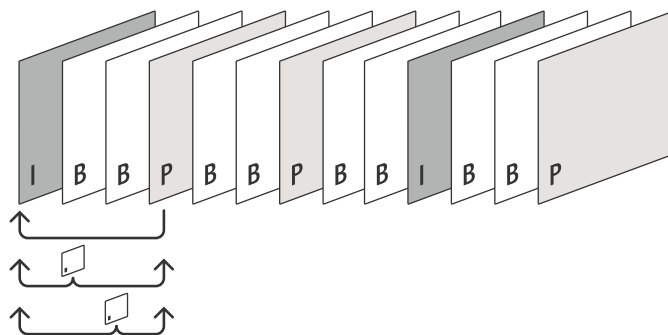


Figure 2. Typowa kolejność klatek I, B i P. Klatka P może być związana tylko z poprzedzającą ją klatką I lub P, podczas gdy klatka B może być związana zarówno z poprzedzającą ją, jak i następującą po niej klatką I bądź P. Dzięki profilowi przechowywania liczba klatek B jest dynamicznie zmieniana.

W przypadku profilu przechowywania zawsze będzie używany algorytm dynamicznej grupy obrazów, a pozostałe skonfigurowane ustawienia technologii Zipstream pozostaną niezmienione.

W razie nadmiernego obciążenia kamery zbyt wieloma żądaniami strumieni priorytet ma materiał wizyjny generowany z użyciem profilu przechowywania. Rozwiązanie to ma na celu zapewnienie wartości dowodowej materiału.

3.6 Spodziewane zmniejszenie zajętości pasma transmisji i przykłady

Technologia Zipstream zmniejsza średnią zajętość pasma transmisji dzięki dynamicznemu wykorzystaniu informacji zawartych w obserwowanej scenie. Chcąc oszacować całkowite zmniejszenie zajętości pasma transmisji, można obliczyć redukcję dla każdego algorytmu osobno, a następnie zsumować otrzymane wyniki. Spodziewane zmniejszenie zajętości pasma transmisji przedstawiono w poniższej tabeli. Należy pamiętać, że wszystkie przykłady i ilustracje zawarte w tej sekcji opracowano z użyciem kompresji H.264.

Algorytm Zipstream	Zmniejszenie zajętości pasma transmisji	Czynniki wpływające na metodę
Dynamiczny obszar zainteresowania (ROI)	10-50%	Parametr siły technologii Zipstream, ruch w obserwowanej scenie i zawartość sceny
Dynamiczna grupa obrazów	0-50%	Ruch w obserwowanej scenie
Dynamiczna liczba klatek na sekundę	0-50%	Ruch w obserwowanej scenie

Na poniższych ilustracjach przedstawiono wykres chwilowej zajętości pasma transmisji strumienia wideo przy czterech scenariuszach ruchu (A, B, C i D), gdy używany jest algorytm dynamicznej grupy obrazów. Na najwyższym wykresie technologia Zipstream jest wyłączona. Środkowy wykres odpowiada konfiguracji z niskim poziomem nakładu pracy technologii Zipstream, a wykres dolny – konfiguracji z wysokim poziomem nakładu pracy. We wszystkich strumieniach zastosowano zmienną szybkość bitową (Variable Bit Rate – VBR) i długość grupy obrazów równą 32. Każda aktualizacja klatki I jest wyraźnie widoczna jako impulsowy

skok ilości danych w jednostce czasu, a chwilową zajętość pasma transmisji można odczytać na osi pionowej. Zmniejszenie zajętości pasma transmisji reprezentują obszary zaciemnione na szaro.

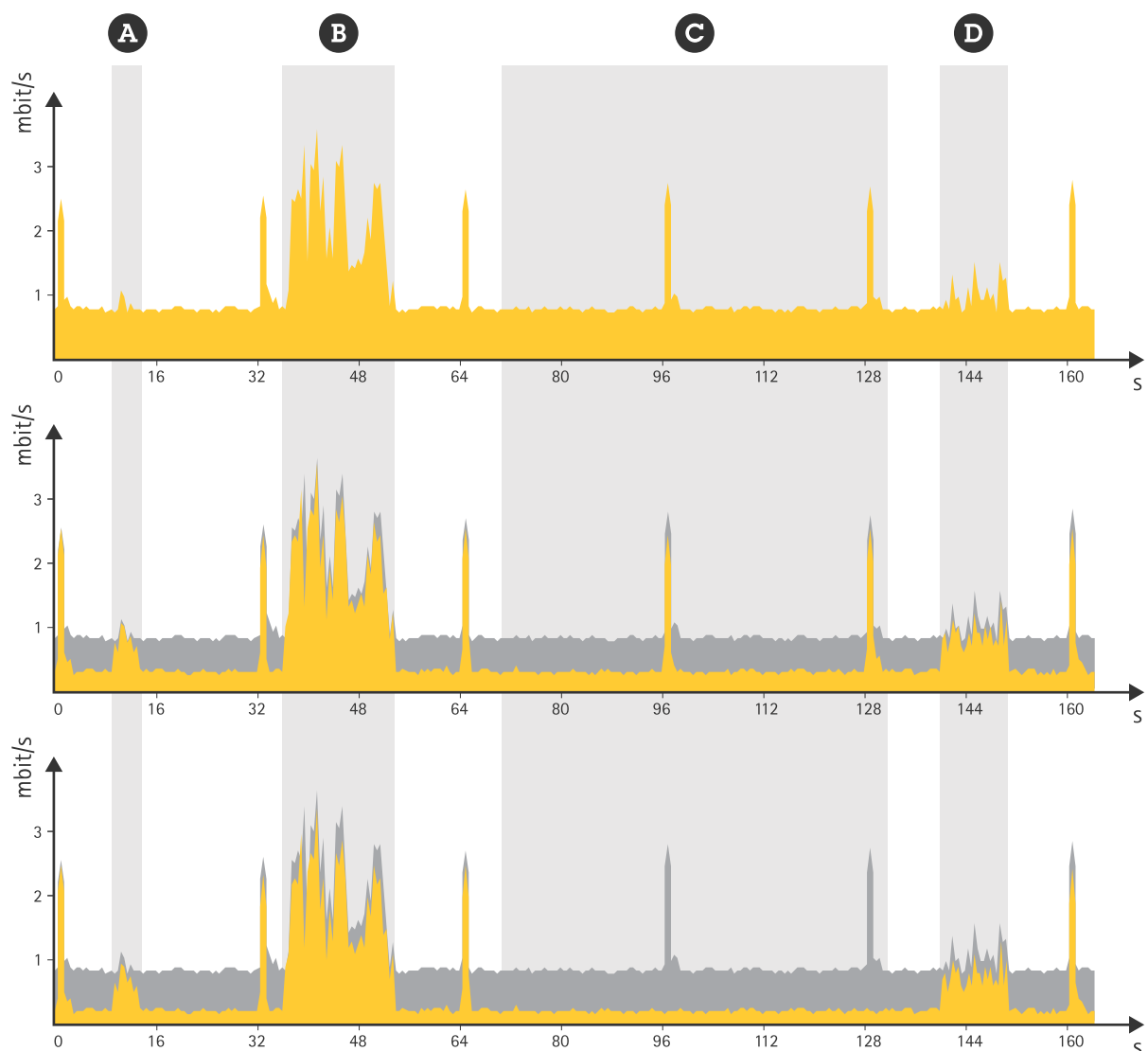


Figure 3. Wykres chwilowej zajętości pasma transmisji w czterech scenariuszach.

Przykładowe okresy przedstawione na powyższym wykresie ilustrują działanie technologii Zipstream w różnych warunkach:

A: Okres z krótkotrwałym niewielkim ruchem. Ruch zostaje wykryty, a zwiększenie ilości danych w tym obszarze pozwala zachować jakość zmiennej części materiału wizyjnego.

B: Ten okres z ruchem o większym natężeniu i dłuższym czasie trwania wymaga większej ilości miejsca, jednak nawet podczas takiego ruchu można zmniejszyć wykorzystanie pamięci masowej, ponieważ algorytm dynamicznego obszaru zainteresowania wykrywa partie obrazu, z których można usunąć mało ważne dane.

C: Wykrywane są okresy niezawierające ruchu i algorytm dynamicznej grupy obrazów zapobiega niepotrzebnym aktualizacjom klatki I.

D: Okres z niewielkim ruchem o dłuższym czasie trwania.

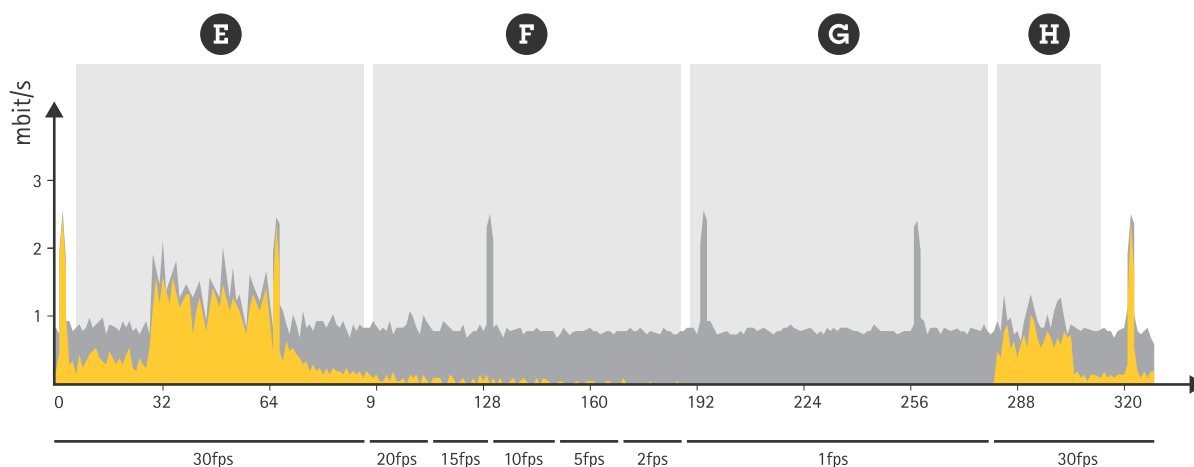


Figure 4. Wykres chwilowej zajętości pasma transmisji i dynamicznej liczby klatek na sekundę w czterech scenariuszach przy włączonej technologii Zipstream i algorytmie dynamicznej liczby klatek na sekundę.

Na przykład na powyższej ilustracji widać sposób działania technologii Zipstream w czterech różnych scenariuszach ruchu (E, F, G i H) z włączonym algorytmem dynamicznej liczby klatek na sekundę:

E: Gdy scena zawiera ruch, kamera wytwarza dane z prędkością 30 kl./s.

F: Gdy natężenie ruchu maleje, liczba klatek na sekundę znacznie spada. To z kolei powoduje zmniejszenie zajętości pasma transmisji, ponieważ przesyłanych jest mniej danych.

G: W okresie, w którym scena jest całkowicie statyczna i nie zawiera żadnego ruchu, liczba klatek na sekundę pomiędzy klatkami I spada niemal do zera. Sporadyczne aktualizacje klatki I są jedynym źródłem zajętości pasma transmisji.

H: Z chwilą ponownego wykrycia ruchu kamera natychmiast wraca do 30 kl./s.

3.7 Ustawienia parametrów technologii Zipstream

Nawet w przypadku stosowania technologii Zipstream wciąż używany jest pierwotny parametr kompresji. Zależy od niego stopień kompresji stosowanej do różnych szczegółów mających znaczenie w pracach wyjaśniających. Ustawienie kompresji ma zazwyczaj wartość 30 i tę samą wartość zaleca się w przypadku włączenia technologii Zipstream.

Kontroler szybkości bitowej wbudowany w enkoder można połączyć z technologią Zipstream w celu wymuszenia maksymalnej szybkości bitowej (MBR). Jest to konfiguracja zmiennej szybkości bitowej, która obejmuje górny limit chroniący system przed czasowymi skokami większego zapotrzebowania na przepustowość. Należy jednak pamiętać, że limit MBR musi być wystarczający do rejestrowania szczegółów ruchomych obiektów w celu wykorzystania pełnego potencjału technologii Zipstream i zmiennej szybkości bitowej.

Chcąc ograniczyć zajętość pasma transmisji z myślą o wydłużeniu czasu przechowywania materiału, w konfiguracji kamer połączonych z chmurą lub korzystających z pamięci masowej typu Edge należy ustawić parametr siły na wartość 30 (wysoki poziom nakładu pracy) i włączyć algorytm dynamicznej grupy obrazów. Taką konfigurację można łączyć z wyzwaniem w oparciu o detekcję ruchu i/lub systemami MBR, które dopuszczają modyfikację zajętości pasma transmisji na podstawie zmian stopnia złożoności. Pamięć

masowa typu Edge jest funkcją kamer sieciowych i wideoenkoderów Axis, która umożliwia nagrywanie materiału wizyjnego bezpośrednio na wewnętrznej karcie SD lub urządzeniu sieciowej pamięci masowej (NAS).

Algorytmów dynamicznej grupy obrazów i dynamicznej liczby klatek na sekundę można używać jednocześnie, aby dodatkowo zmniejszyć zajętość pasma transmisji. Jeśli system zarządzania materiałem wizyjnym lub oprogramowanie klienckie nie obsługuje zmiennej długości grupy obrazów, należy ustawić mniejszą wartość maksymalnej długości grupy obrazów albo całkowicie wyłączyć algorytm dynamicznej grupy obrazów. Jeśli oprogramowanie nie obsługuje zmiennej liczby klatek na sekundę, należy wyłączyć pomijanie klatek w algorytmie dynamicznej liczby klatek na sekundę lub ustawić minimalną dozwoloną wartość dynamicznej liczby klatek.

3.8 Porównania

W tym rozdziale przedstawiono zmierzone zmniejszenie zajętości pasma transmisji w przypadku różnego rodzaju scen występujących w systemach dozoru.

3.8.1 Mniejsza zajętość pasma transmisji dzięki technologii Zipstream

W tej sekcji przedstawiono sceny, w których technologia Zipstream może zmniejszyć zapotrzebowanie na pamięć masową. Wymieniono zmierzony współczynnik całkowitego zmniejszenia zajętości pasma transmisji, poziom nakładu pracy technologii Zipstream oraz informację o włączeniu lub wyłączeniu algorytmów dynamicznej grupy obrazów i dynamicznej liczby klatek na sekundę.

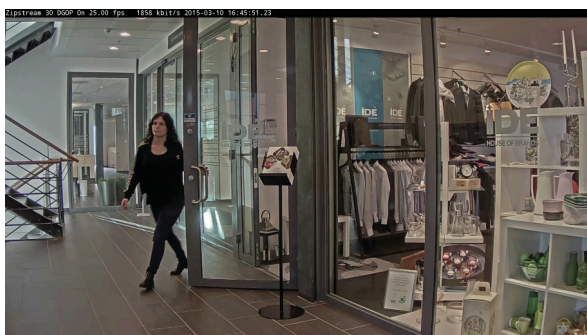


Figure 5. Handel detaliczny: dobrze oświetlona, szczegółowa scena wewnątrz budynku, zawierająca sporadyczny ruch niedużej wielkości.

Poziom siły technologii Zipstream: **Niski**

Dynamiczna grupa obrazów: **Wył.**

Dynamiczna liczba klatek na sekundę: **Wył.**

Całkowite zmniejszenie zajętości pasma transmisji: **25%**



Figure 6. Dozór miejski: dzienny widok ogólny, liczne przypadki niewielkiego ruchu pojazdów przez większość czasu prowadzenia obserwacji.

Poziom siły technologii Zipstream: **Wysoki**
 Dynamiczna grupa obrazów: **Wł.**
 Dynamiczna liczba klatek na sekundę: **Wył.**
 Całkowite zmniejszenie zajętości pasma transmisji: **50%**

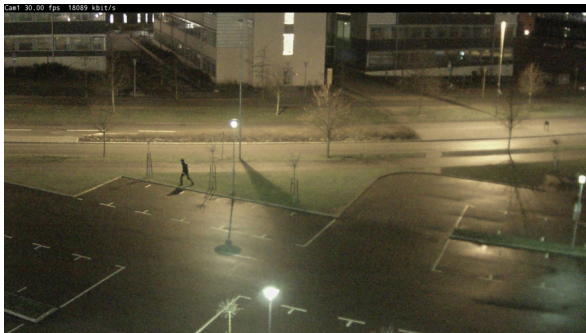


Figure 7. Nagrywanie ciągłe: nocny widok ogólny, scena o bardzo wysokim poziomie szumu ze sporadycznym ruchem niewielkich i szybkich pojazdów.

Poziom siły technologii Zipstream: **Wysoki**
 Dynamiczna grupa obrazów: **Wł.**
 Dynamiczna liczba klatek na sekundę: **Wył.**
 Całkowite zmniejszenie zajętości pasma transmisji: **90%**



Figure 8. Dozór miejski: ciągły dozór scen ze sporadycznym ruchem.

Poziom siły technologii Zipstream: **Niezwykle wysoki**
 Dynamiczna grupa obrazów: **Wł.**
 Dynamiczna liczba klatek na sekundę: **Wł.**
 Całkowite zmniejszenie zajętości pasma transmisji: **73%**



Figure 9. Nagrywanie ciągłe: wykonywane w nocy ciągłe nagrywanie scen niezawierających ruchu lub zawierających sporadyczny ruch o niewielkiej skali.

Poziom siły technologii Zipstream: **Niezwykłe wysoki**

Dynamiczna grupa obrazów: **Wł.**

Dynamiczna liczba klatek na sekundę: **Wł.**

Całkowite zmniejszenie zajętości pasma transmisji: **99.7%**



Figure 10. Dozór miejski: dzienny widok ogólny, liczne przypadki niewielkiego ruchu przez większość czasu prowadzenia obserwacji.

Poziom siły technologii Zipstream: **Niezwykłe wysoki**

Dynamiczna grupa obrazów: **Wł.**

Dynamiczna liczba klatek na sekundę: **Wył.**

Całkowite zmniejszenie zajętości pasma transmisji: **85%**

3.8.2 Dodatkowe zmniejszenie zajętości pasma transmisji przy użyciu profilu przechowywania

Włączenie profilu przechowywania Zipstream może się przełożyć na spore oszczędności miejsca w pamięci masowej w porównaniu z domyślnym ustawieniem technologii Zipstream. Profil przechowywania może dodatkowo zmniejszyć zajętość pasma nawet w przypadku scen o dużym natężeniu ruchu, ponieważ oznacza wykorzystanie nowych narzędzi do kompresji. Algorytm dynamicznej grupy obrazów (i dynamicznej liczby klatek na sekundę) nie ma przy takich scenach większego znaczenia, bo przez cały czas występuje ruch. Gdyby natężenie ruchu znacznie zmalało, algorytm dynamicznej grupy obrazów zapewniłby dodatkowe oszczędności.



Figure 11. Dozór miejski: dzienny widok ogólny, liczne przypadki niewielkiego ruchu przez większość czasu prowadzenia obserwacji.

Profil przechowywania Zipstream **Włączony**

Dodatkowe zmniejszenie zajętości pasma*: 40%

* W porównaniu z domyślną konfiguracją technologii Zipstream (siła: mała, dynamiczna grupa obrazów: wyłączona, dynamiczna liczba klatek na sekundę: wyłączona)



Figure 12. Dozór miejski: dzienny widok ogólny na ruchliwą ulicę, ruch przez większość czasu prowadzenia obserwacji.

Profil przechowywania Zipstream **Włączony**

Dodatkowe zmniejszenie zajętości pasma*: 33%

* W porównaniu z domyślną konfiguracją technologii Zipstream (siła: mała, dynamiczna grupa obrazów: wyłączona, dynamiczna liczba klatek na sekundę: wyłączona)



Figure 13. Dozór miejski: ruchliwe skrzyżowanie, ruch przez większość czasu prowadzenia obserwacji.

Profil przechowywania Zipstream **Włączony**

Dodatkowe zmniejszenie zajętości pasma*: 32%

* W porównaniu z maksymalnymi ustawieniami technologii Zipstream (siła: bardzo duża, dynamiczna grupa obrazów: włączona, dynamiczna liczba klatek na sekundę: włączona)

4 Technologia Zipstream dla konkretnych typów kamer

4.1 Kamery PTZ

Dzięki algorytmowi przeznaczonemu do kamer PTZ technologia Zipstream może zmniejszyć zajętość pasma transmisji nawet wtedy, gdy kamera wykonuje obrót, pochylenie lub zbliżenie. Algorytm ten zmniejsza zajętość pasma w czasie rzeczywistym, automatycznie aktualizując dynamiczny obszar zainteresowania, aby zachować ważne szczegóły obrazu. Aby jeszcze bardziej zwiększyć użyteczność kamer PTZ i złagodzić wymagania systemowe, dodano dynamiczny kontroler szybkości bitowej, który pozwala uniknąć skokowych wzrostów wykorzystania przepustowości na skutek ruchów kamery. W tym celu kontroler obniża ogólną jakość wideo, ale pozostawia punkty odniesienia, których operator może używać do celów nawigacji. Pozwala to zachować orientację i możliwość śledzenia ważnych obiektów podczas dynamicznych ruchów kamery.

Profil przechowywania działa w przypadku kamer PTZ, ale może powodować pewne opóźnienia w trybie podglądu na żywo.

4.1.1 Rozszerzony algorytm dynamicznego obszaru zainteresowania

W kamerze PTZ algorytm dynamicznego obszaru zainteresowania uwzględnia zarówno ruch w scenie, jak i ruch kamery. Podczas ruchów kamery niektóre obszary obrazu wideo są identyfikowane jako ważniejsze i otrzymują wyższy priorytet, natomiast inne obszary są poddawane silniejszej kompresji, aby zmniejszyć wykorzystanie przepustowości. Ten komponent algorytmu zmniejsza średnie wykorzystanie przepustowości i pamięci masowej, a jednocześnie zachowuje szczegóły przydatne w pracach wyjaśniających.

4.1.2 Dynamiczny kontroler szybkości bitowej

Nawet jeśli włączony jest rozszerzony algorytm dynamicznego obszaru zainteresowania, kamera z funkcjami obrotu, pochylenia i zbliżenia wymaga większej przepustowości niż kamera stałopozycyjna. Wynika to z faktu, że podczas dynamicznych zmian położenia kamery nowe informacje są przechwytywane z bardzo dużą szybkością. Ponieważ jednak rozmycie obrazu spowodowane ruchem i tak obniża jakość wideo, można skorzystać z algorytmu dynamicznego kontrolera szybkości bitowej, który automatycznie ogranicza ilość przesyłanych danych i pozwala uniknąć skokowych wzrostów wykorzystania przepustowości spowodowanych ruchem kamery. Kamera PTZ zazwyczaj wykonuje obrót, pochylenie i zbliżenie w ułamku sekundy. Gdy tylko kamera się zatrzyma, kontroler szybkości bitowej natychmiast przywraca przepływność danych zapewniającą optymalną jakość wideo.

Dynamiczny kontroler szybkości bitowej zmniejsza wymagania dotyczące całego systemu, w tym sprzętu transmisyjnego (przełączników i routerów), pamięci masowej (serwerów rejestrujących i pojemności dysków) oraz urządzeń do oglądania materiału (komputerów i dekoderów). Oznacza to, że zdalne kamery PTZ mogą być obsługiwane za pośrednictwem mniej skomplikowanego kanału transmisji, zachowując przy tym swoje atuty i elastyczność.

4.1.3 Przykład zmniejszenia zajętości pasma transmisji

Na poniższym przykładzie przedstawiono wykres chwilowej zajętości pasma transmisji strumienia wideo przy czterech scenariuszach ruchu (J, K, L i M). Wyższy wykres dotyczy sytuacji, gdy technologia Zipstream jest wyłączona. Niższy wykres ilustruje włączenie technologii Zipstream w kamerze PTZ. We wszystkich

strumieniach zastosowano zmienną szybkość bitową (Variable Bit Rate – VBR) i długość grupy obrazów równą 32. Chwilową zajętość pasma transmisji (żółte obszary) można odczytać na osiach pionowych.

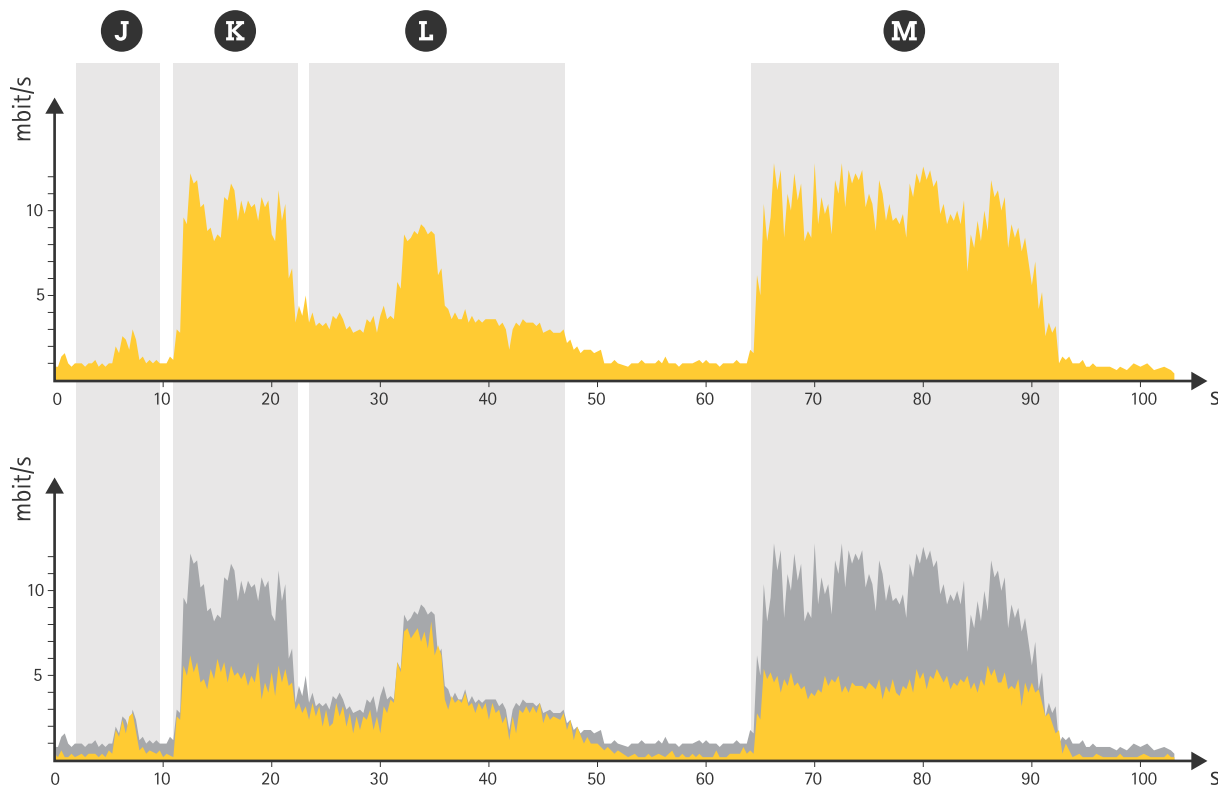


Figure 14. Ilustracja zmniejszenia chwilowej zajętości pasma transmisji w scenariuszu z kamerą PTZ.

J: Początkowo kamera PTZ jest nieruchoma i znajduje się pozycji widoku ogólnego. W tej sytuacji standardowy algorytm Zipstream zapewnia duże oszczędności pamięci masowej. Nagle kamera rejestruje niewielki ruch.

K: Operator obraca kamerę i przybliża obraz, aby uzyskać wyższą rozdzielczość materiału przedstawiającego ruch. Podczas szybkiej zmiany położenia dynamiczny kontroler szybkości bitowej pozwala znacznie zmniejszyć zajętość pasma transmisji.

L: Kamera PTZ rejestruje wysokiej jakości nagranie wideo zdarzenia. Standardowy algorytm Zipstream automatycznie zmniejsza zajętość pasma transmisji odpowiadającą mniej ważnym obszarom obrazu.

M: Po zdarzeniu operator obraca i pochyla kamerę, aby przeszukać obserwowany obszar pod kątem podobnych zdarzeń. Jakość materiału wizyjnego jest automatycznie dostosowywana do ruchów kamery PTZ.

4.2 Kamery 4K Ultra HD i wielomegapikselowe

Technologię Zipstream można aktywować także w przypadku produktów, które najbardziej wymagają zmniejszenia zajętości pasma transmisji: kamer 4K i wielomegapikselowych. Kamery o wysokiej rozdzielczości bardzo skutecznie rejestrują szczegóły przydatne w pracach wyjaśniających, jednak dotychczas – ze względu na duże zapotrzebowanie na pamięć masową – były drogie w eksploatacji. Obecnie technologia Zipstream może analizować strumień 4K w czasie rzeczywistym, zmniejszając ilość danych przesyłanych przez sieć i zapotrzebowanie na pamięć masową.

4.3 360-stopniowe kamery panoramiczne

Kamery panoramiczne to kamery stałopozycyjne umożliwiające dozór rozległego obszaru w zakresie od 180° do 360°. Są często stosowane w systemach dozoru, zwłaszcza do celów monitorowania aktywności i detekcji incydentów na dużym obszarze, do śledzenia przepływu osób oraz do poprawy zarządzania dużym obszarem. Nowe modele kamer panoramicznych łączą pokrycie rozległego obszaru z rozdzielczością wielomegapikselową oraz dostarczają obrazy o skorygowanych krzywiznach i dużym stopniu szczegółowości. Technologia Zipstream obsługuje te kamery we wszystkich opcjach widoku panoramicznego i może znacznie zmniejszyć zapotrzebowanie na pamięć masową.

4.4 Obsługa standardu AV1

W kamerach z procesorem SoC ARTPEC-9 technologia Zipstream obsługuje przyspieszaną sprzętowo technikę kodowania wideo AV1, opartą na formacie AV1 wydanym przez organizację AOM. Mimo że jest to zupełnie nowy format w obszarze systemów bezpieczeństwa, oczekuje się, że wideoenkoder AV1 ostatecznie zastąpi standard H.264 dzięki małej zajętości pasma transmisji, nowym funkcjom i szerokiej gamie obsługiwanych dekoderek klienckich.

Jest prawdopodobne, że AV1 stanie się preferowanym standardem wideoenkodera w rozwiązaniach chmurowych, a ponadto okaże się cennym elementem rozwiązań lokalnych, które wymagają integracji z chmurą lub zdalnego dostępu do materiału wizyjnego ze strony użytkowników mobilnych. Dynamiczny rozwój ekosystemu sprawia, że standard AV1 jest optymalnym rozwiązaniem tam, gdzie wymagana jest niewielka zajętość zasobów, ale umożliwia też skalowanie do niestandardowych elementów sprzętowych, gdy potrzebne jest odciążenie.

4.5 Obsługa standardu H.265

Zipstream obsługuje globalny standard kodowania wideo H.265. Trzeba jednak pamiętać, że format H.265 został opracowany na potrzeby bezzakłóceńowej transmisji telewizyjnej i nie jest jeszcze w pełni przystosowany do użytku w systemach dozoru wizyjnego, w których często występują trudne warunki oświetleniowe. Ponadto obsługa standardu H.265 nadal jest ograniczona, a w rozwoju związanego z nim ekosystemu trudno zauważyć rzeczywisty postęp.

Technologia Zipstream dla H.265 udostępnia te same narzędzia i korzyści co początkowa wersja dla H.264, ale pozwala jeszcze bardziej zmniejszyć zajętość pasma transmisji w przypadku złożonych scen. Kodek H.265 bardzo wydajnie koduje ruchome obiekty z dużą ilością szczegółów, ale w niektórych przypadkach technologia Zipstream w wersji H.264 wciąż zapewnia mniejsze wykorzystanie przepustowości.

W zależności od procesora SoC kamery technologia Zipstream może zapewnić równoległą obsługę standardów H.264, H.265 i AV1 bez konieczności modyfikowania konfiguracji czy określania skomplikowanych ustawień systemowych. Pełna transmisja wielostrumieniowa, obejmująca możliwość osobnego wybrania kodeka i konfiguracji dla każdego strumienia, pozwala na przesyłanie i przechowywanie wszystkich tych rodzajów materiału wizyjnego, oferując maksymalną elastyczność. To podejście uwzględniające wiele kodeków jest niezbędne do zapewnienia maksymalnie płynnego okresu przejściowego między standardami.

5 Obszary zastosowań

W systemach dozoru wykorzystujących kamery pożądane jest zmniejszenie zajętości pasma transmisji przy jednoczesnym zachowaniu jakości obrazu. Nawet najmniejsze odchylenie musi zostać wykryte, a po wystąpieniu incydentu musi być możliwe przeprowadzenie zaawansowanych prac wyjaśniających.

Technologia Zipstream umożliwia korzystanie z nagrywania ciągłego dzięki małej zajętości pasma transmisji w przypadku scen statycznych.

W przypadku korzystania z oprogramowania AXIS Camera Station Edge pożądana jest jeszcze mniejsza zajętość pasma transmisji, ponieważ priorytetowe znaczenie mają koszt i łatwość instalacji systemu. Chodzi o to, aby materiał wizyjny wystarczającej jakości można było przechowywać w ekonomicznej pamięci masowej typu Edge. Jednak jakość wideo powinna być obniżana w kontrolowany sposób, który umożliwi łatwe znajdowanie zdarzeń i ustalanie ich przebiegu. Technologia Zipstream pozwala zmniejszyć liczbę niezauważonych czynników wyzwalających, ponieważ umożliwia nagrywanie dłuższych segmentów dla każdego zdarzenia wyzwalanego ruchem bez generowania nadmiernej ilości danych.

Technologia Zipstream jest atrakcyjną propozycją dla klientów, którym zależy na obniżeniu kosztów pamięci masowej lub zmniejszeniu obciążenia sieci. W każdym systemie dozoru wizyjnego zmniejszenie zapotrzebowania na pamięć masową bezpośrednio prowadzi do redukcji łącznych kosztów, niezależnie od wielkości systemu czy wdrożonego rozwiązania pamięci masowej. Technologia Zipstream sprawia, że każda nagrana minuta materiału wymaga mniej miejsca w pamięci. Pozwala to wydłużyć czas przechowywania, podwyższyć rozdzielczość lub zwiększyć liczbę kamer bez zwiększania pojemności pamięci masowej.

Kamery wykorzystujące technologię Zipstream i standard AV1 są bardzo atrakcyjną propozycją do rozwiązań chmurowych, które wymagają wydajnego kodowania wideo przy małej zajętości pasma transmisji. Ponieważ standard AV1 jest natywnie obsługiwany przez wiele urządzeń mobilnych, komputerów i przeglądarek internetowych bez potrzeby stosowania wtyczek, technologia Zipstream z AV1 płynnie integruje się z zestawami narzędzi oferowanymi przez dostawców usług chmurowych. Ponadto standard AV1 może być używany z technologią WebRTC do strumieniowego przesyłania wideo o wysokiej rozdzielczości w czasie rzeczywistym, zapewniając znacznie mniejszą zajętość pasma transmisji niż tradycyjne kodowanie H.264.

5.1 Szczegóły do prac wyjaśniających

Axis zaleca stosowanie sieciowych systemów wizyjnych w połączeniu z funkcją zmiennej szybkości bitowej (VBR), która w czasie rzeczywistym dostosowuje jakość do zawartości obserwowanej sceny. Jako metody zmniejszenia zapotrzebowania na pamięć masową nie zaleca się stałej szybkości bitowej (Constant Bit Rate – CBR), ponieważ ograniczenie zajętości pasma transmisji powoduje, że kamery dostarczające materiał wizyjny CBR mogą w kluczowych sytuacjach eliminować ważne dane potrzebne w pracach wyjaśniających.

Dzięki technologii Zipstream instalator systemu może umożliwić dalsze korzystanie ze zmiennej zajętości pasma transmisji (z ograniczeniem lub bez niego), aby zapewnić optymalną jakość wideo przy jednoczesnym zmniejszeniu zapotrzebowania na pamięć masową. W ten sposób system może w dalszym ciągu dostarczać materiał wizyjny wysokiej jakości. Ważne szczegóły potrzebne w pracach wyjaśniających, takie jak twarze, tatuaże i wzory na odzieży, są izolowane z obrazu i zachowywane, a mało istotne elementy, np. białe ściany, trawniki i roślinność – rozmywane.

Jeśli stosowane rozwiązanie pamięci masowej lub sieć wymaga bezwzględnego górnego limitu przepustowości, technologia Zipstream zapewnia zgodność z funkcją maksymalnej szybkości bitowej (MBR), która chroni system przed czasowymi skokami większego zapotrzebowania na przepustowość.

6 Akronimy i skróty

AOM: Alliance for Open Media

AV1: AOMedia Video 1

CBR: Constant bitrate (stała szybkość bitowa)

FPS: Frames per second (liczba klatek na sekundę)

GOP: Group of pictures (grupa obrazów)

HEVC: High Efficiency Video Coding (kodowanie wideo o wysokiej wydajności)

IEC: International Electrotechnical Commission (Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna)

ISO: International Organization for Standardization (Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna)

ITU: International Telecommunication Union (Międzynarodowy Związek Telekomunikacyjny)

ITU-T ITU: Telecommunication Standardization Sector (Sektor Normalizacji Telekomunikacji ITU)

MBR: Maximum bitrate (maksymalna szybkość bitowa)

MPEG: Moving Picture Experts Group

NAS: Network-attached storage (sieciowa pamięć masowa)

PTZ: Pan-tilt-zoom (obrót-pochylenie-zbliżenie)

ROI: Region of interest (obszar zainteresowania)

SoC: System on Chip (typ procesora)

VBR: Variable bitrate (zmienna szybkość bitowa)

VCEG: Video Coding Experts Group lub Visual Coding Experts Group

VMS: Video management system (system zarządzania materiałem wizyjnym)

O firmie Axis Communications

Axis wspiera rozwój inteligentnego oraz bezpiecznego świata przez tworzenie rozwiązań umożliwiających poprawę bezpieczeństwa i efektywności biznesowej. Jako firma zajmująca się technologiami sieciowymi oraz lider branży, Axis oferuje rozwiązania z zakresu dozoru wizyjnego, kontroli dostępu, systemów domofonowych i systemów audio. Ich rozszerzeniem i uzupełnieniem są inteligentne aplikacje analityczne oraz wysokiej jakości szkolenia.

Axis zatrudnia około 4000 pracowników w ponad 50 krajach oraz współpracuje z partnerami z obszaru technologii i integracji systemów na całym świecie w celu dostarczania swoich rozwiązań klientom. Firma została założona w 1984 roku i ma swoją siedzibę w Lund w Szwecji