

BIAŁA KSIĘGA

Stabilny, płynny obraz mimo drgań

Marzec 2026

Streszczenie

Gdy kamera do dozoru jest narażona na wstrząsy i wibracje, uzyskiwany z niej obraz wideo może być poruszony lub rozmyty. Zdarza się to zwłaszcza w przypadku kamer zamontowanych na wysokich masztach, które wychylają się pod wpływem wiatru lub ruchu ciężkich pojazdów. Pogorszenie jakości obrazu jest szczególnie duże w kamerach wyposażonych w teleobiektywy i obiektywy o długim zoomie, w których zoom wzmacnia skutki wibracji. Wrażliwość na wibracje nie tylko ogranicza wybór miejsca montażu, lecz również skutkuje zwiększeniem wymagań w zakresie pamięci i przepustowości, a także pogarsza precyzję maski prywatności.

Techniki stabilizacji obrazu w czasie rzeczywistym mogą zmniejszyć skutki wibracji widoczne na obrazie i pomóc w zachowaniu jego jakości.

W **optycznej stabilizacji obrazu (OIS)** zwykle wykorzystuje się elektroniczne żyroskopy lub przyspieszeniomierze do wykrywania i pomiaru wibracji kamery. Ta metoda jest szczególnie użyteczna, gdy stosuje się długie ogniskowe. Dobrze działa również przy słabym oświetleniu. Główną wadą rozwiązania optycznego jest cena.

Elektroniczna stabilizacja obrazu (EIS) bazuje na algorytmach modelowania ruchu kamery, które służą do korekcji obrazów. Ta metoda jest ekonomiczna, ale niekiedy nie odróżnia fizycznego ruchu kamery wywołanego wibracjami od ruchu obiektów przed obiektywem.

Elektroniczna stabilizacja obrazu z wykorzystaniem żyroskopów to stosowana w urządzeniach Axis metoda, która łączy zaawansowane elektroniczne żyroskopy ze zoptymalizowanymi algorytmami, tworząc skuteczny i niezawodny system. Obejmuje ona szerokie pasmo częstotliwości drgań i radzi sobie zarówno z wysokimi, jak i niskimi amplitudami. System EIS firmy Axis z żyroskopem zawsze rozróżnia drgania wywołane fizycznie od odczuwanego ruchu.

Spis treści

1	Wprowadzenie	4
2	Wpływ wibracji na materiał wideo	4
3	Korzyści ze stabilizacji wideo	4
4	Techniki stabilizacji obrazu	4
4.1	Optyczna stabilizacja obrazu	5
4.2	Elektroniczna stabilizacja obrazu	5
5	Zniekształcenie powodowane przez migawkę postępową	5
6	Wyjątkowe połączenie	6

1 Wprowadzenie

Kamera do dozoru zamontowana na wysokim maszcie może być narażona na wstrząsy i wibracje powodujące, że obraz wideo będzie poruszony i/lub niewyraźny. Podmuchy wiatru mogą powodować wychylenia masztu, podobnie jak przejeżdżające blisko ciężarówka lub pociąg. Kamery zamontowane na ścianie zazwyczaj nie są narażone na wstrząsy, chyba że są umieszczone na przykład w pobliżu torów kolejowych lub drzwi.

By poradzić sobie z problemem poruszonego lub niewyraźnego obrazu wideo, opracowano szereg rozwiązań technicznych – o różnym stopniu skuteczności. Jednak pojawienie się efektywnych żyroskopów w połączeniu z nowoczesnymi algorytmami przybliżyło nas do skutecznej, niezawodnej stabilizacji obrazu w czasie rzeczywistym.

W tym artykule przedstawiamy techniki stabilizacji obrazu, związane z nimi korzyści oraz ich zastosowania w dozorze wizyjnym.

2 Wpływ wibracji na materiał wideo

Ponieważ jakość obrazów wideo jest coraz wyższa, ich ewentualne rozmycie staje się bardziej zauważalne. Większa gęstość pikseli, wyższa rozdzielczość i silniejszy zoom – wszystko to sprawia, że kamery są bardziej wrażliwe na wibracje, a z kolei użytkownicy stają się bardziej wyczuleni na ich skutki. Wibracje można do pewnego stopnia ograniczyć, stosując solidne mocowania lub montując kamery w osłoniętych miejscach.

Zoom na odległym obiekcie powoduje, że pole obserwacji staje się węższe, a drgnięcia i wstrząsy kamery są wzmacniane na obrazie – ich amplituda rośnie proporcjonalnie do współczynnika zoomu. Dlatego stabilizację obrazu należy traktować jako niezbędną w kamerach wyposażonych w obiektywy z zoomem, aby można ich było optymalnie używać również podczas silnego wiatru i w innych niesprzyjających warunkach.

3 Korzyści ze stabilizacji wideo

Stabilizacja obrazu sprawia, że cały system dozoru wizyjnego jest bardziej wszechstronny i ekonomiczny, ponieważ pozwala lepiej wykorzystać potencjał każdej kamery – na przykład poprzez utrzymanie jakości obrazu rejestrowanego w dużym zbliżeniu podczas drgań. Stabilizacja obrazu działa niezawodnie w przypadku występowania w scenie ruchu i sprawdza się niezależnie od przyczyny drgań. Dobrze działa także w słabym lub słabnącym świetle.

Kamery mniej wrażliwe na wibracje dają także większą swobodę w planowaniu instalacji i można je zamontować na więcej sposobów. W ostatecznym rozrachunku do zapewnienia wymaganego dozoru może być potrzebna mniejsza liczba kamer.

Być może mniej oczywistą korzyścią ze stabilizacji obrazu jest większa precyzja maski prywatności. W kamerze pozbawionej w ogóle systemu stabilizacji skutki drgań i wibracji trzeba kompensować, powiększając zamaskowany obszar obrazu.

Co więcej, ustabilizowane obrazy zajmują mniej miejsca w pamięci, a do ich przesyłania potrzeba mniejszej przepustowości. Zaawansowane formaty kompresji wideo, takie jak H.264, H.265 i AV1, bazują na kompensacji ruchu. Najkrócej rzecz ujmując, ta metoda polega na przyjęciu jednej klatki za obraz odniesienia, a następnie zapisywaniu jedynie informacji o zmianach zachodzących na obrazie. Jeśli obraz jest ostry, wideoenkoder może lepiej wykrywać rzeczywisty ruch, co zmniejsza koszt przesyłania danych resztkowych. Jeśli wideo jest mniej poruszone, wektory ruchu będą mniej liczne i krótsze, co spowoduje zmniejszenie zapotrzebowania na przepustowość. Dobrze ustabilizowany obraz będzie zatem wymagał mniejszej przepustowości i mniejszej ilości pamięci.

4 Techniki stabilizacji obrazu

Techniki stabilizacji obrazu są stosowane w produktach konsumenckich, takich jak aparaty fotograficzne i kamery wideo. Obecnie istnieją dwa podejścia do tego problemu: optyczna stabilizacja obrazu i elektroniczna stabilizacja obrazu.

4.1 Optyczna stabilizacja obrazu

System optycznej stabilizacji obrazu zwykle wykorzystuje żyroskopy do wykrywania i pomiaru wibracji kamery. Odczyty, zazwyczaj ograniczające się do kątów obrotu i przechyłu, są przekazywane do siłowników, które poruszają soczewkę w drodze optycznej w celu skompensowania ruchu kamery.

Optyczna stabilizacja obrazu skompensuje wstrząsy kamery i obiektywu, sprawiając, że światło pada na przetwornik obrazu tak, jak gdyby kamera się nie poruszała. Jest to coś, czego nie jest w stanie zapewnić ani elektroniczna stabilizacja obrazu, ani elektroniczna stabilizacja obrazu z wykorzystaniem żyroskopów.

Optyczna stabilizacja obrazu jest szczególnie użyteczna, gdy stosowane są długie ogniskowe. Dobrze działa również przy słabym oświetleniu. Głównymi wadami rozwiązania z optyczną stabilizacją obrazu są konieczność zastosowania ruchomych elementów w obiektywie oraz cena takiego rozwiązania.

4.2 Elektroniczna stabilizacja obrazu

Elektroniczna stabilizacja obrazu, nazywana również cyfrową stabilizacją obrazu, została opracowana głównie z myślą o kamerach wideo.

Elektroniczna stabilizacja obrazu bazuje na różnych algorytmach modelowania ruchu kamery, które służą do korekcji obrazów. Piksele znajdujące się poza granicami widocznego obrazu pełnią rolę bufora dla ruchu, a informacje z tych pikseli można wykorzystać do przesuwania obrazu elektronicznego między kolejnymi klatkami – na tyle, by zrównoważyć fizyczny ruch kamery i utworzyć strumień stabilnego materiału wideo.

Mimo że ta technika jest ekonomiczna (przede wszystkim dlatego, że nie wymaga ruchomych części), ma jedną wadę, którą jest całkowita zależność od danych z przetwornika obrazu. System może mieć na przykład trudności z rozróżnieniem między ruchem obiektu przed kamerą a fizycznym ruchem samej kamery powodowanym przez wibracje.



Ilustracja 4.1 Obrazy symulowane. Po lewej: zbliżenie bez elektronicznej stabilizacji obrazu, z widocznym rozmyciem obrazu w poziomie i w pionie. Po prawej: zdjęcie z drgającej kamery z elektroniczną stabilizacją obrazu.

5 Zniekształcenie powodowane przez migawkę postępową

Wiele kamer wideo wyposażonych jest w migawkę postępową. W odróżnieniu od migawki globalnej, która eksponuje wszystkie piksele jednocześnie, migawka postępową eksponuje klatkę, skanując ją linia po linii. Innymi słowy – obraz nie jest rejestrowany w całości w tym samym momencie, lecz każda jego linia jest eksponowana i rejestrowana w nieco innym oknie czasowym. Wstrząsy lub wibracje, jakim poddawana jest kamera, powodują nieznaczne wzajemne przesunięcia kolejnych linii ekspozycji, co skutkuje wygięciem lub pofalowaniem obrazu. Podobne zniekształcenia mogą występować na szybko poruszających się obiektach.



Ilustracja 5.1 Jak powstaje zniekształcenie powodowane przez migawkę postępową. Linie obrazu są odczytywane z przetwornika od góry do dołu. Gdy drganie w momencie odczytywania linii spowoduje nieznaczne przesunięcia kamery w lewo, obraz będzie wygięty.

Zniekształceń powodowanych przez migawkę postępową można uniknąć poprzez stabilizację optyczną, która natychmiast kompensuje ruch. Elektroniczne metody stabilizacji nieco gorzej nadają się do zastosowania w takim przypadku. Aby przetwarzanie cyfrowe stabilizujące obraz w ogóle mogło się rozpocząć, migawka postępową musi najpierw przeskanować co najmniej jedną linię. Niemniej jednak elektroniczna stabilizacja obrazu z wykorzystaniem żyroskopów działa bardzo dobrze, a technologia ta szybko się rozwija.

6 Wyjątkowe połączenie

Przystępne cenowo, zintegrowane żyroskopy oraz efektywne algorytmy modelowania ruchu kamery sprawiają, że techniki stabilizacji stały się bardziej dostępne. Ten postęp techniczny umożliwił także budowę systemów hybrydowych, które na podstawie pomiarów żyroskopowych nie przemieszczają soczewki, lecz cyfrowo przetwarzają obraz.

Firma Axis wybrała właśnie to hybrydowe podejście ze względu na jego wszechstronność. Stosowana w urządzeniach Axis *elektroniczna stabilizacja obrazu* (electronic image stabilization, EIS) łączy zaawansowane żyroskopy ze zoptymalizowanymi algorytmami, tworząc skuteczny i niezawodny system. System jest skuteczny w szerokim zakresie częstotliwości i radzi sobie zarówno z dużymi, jak i małymi amplitudami. EIS działa bardzo skutecznie nawet w warunkach słabego oświetlenia, ponieważ analizuje ruch na podstawie sygnałów żyroskopowych, a nie obrazu wideo. Z tego samego powodu system EIS jest zawsze w stanie odróżnić drgania wywołane czynnikami fizycznymi od ruchów spowodowanych przejeżdżającymi obiektami, które w przeciwnym razie mogłyby zostać zarejestrowane jako ruch wywołany czynnikami zewnętrznymi.

O firmie Axis Communications

Axis wspiera rozwój inteligentnego oraz bezpiecznego świata przez poprawę bezpieczeństwa, ochrony, efektywności działania i wiedzy 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 5000 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.