DOCUMENTO TECNICO

La scelta del sensore di immagine più adatto per la sorveglianza

Agosto 2026

Indice

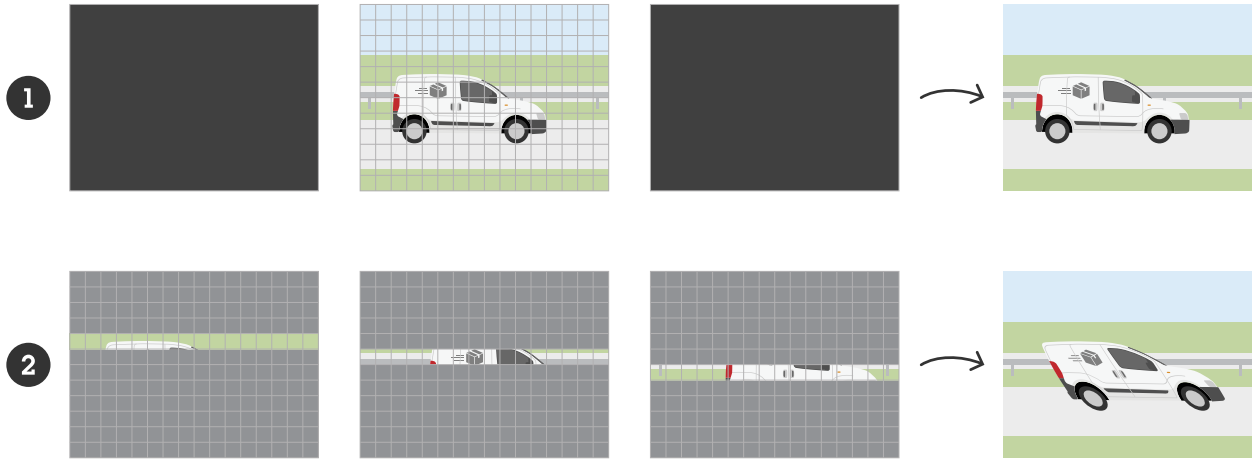
1	Introduzione	3
2	Schemi di esposizione per sensori di immagine con otturatore a scorrimento e otturatore globale	4
3	Distorsione rolling shutter: quando è rilevante?	4
4	Tempo di esposizione	6
5	Otturatore globale con luce stroboscopica	9
6	Rolling shutter con luce stroboscopica	10
7	Luce stroboscopica in installazioni miste con otturatore globale e otturatore a scorrimento	12
8	Limiti dei sensori con otturatore globale	12
9	Appendice, scenari pratici ed esempi illustrativi	13

1 Introduzione

Nelle telecamere di sicurezza vengono solitamente utilizzati sensori di immagine con otturatore a scorrimento. La differenza fondamentale tra un sensore con otturatore globale e un sensore con otturatore a scorrimento risiede nello schema di esposizione.

Nel caso di un sensore con otturatore globale, tutti i pixel vengono esposti contemporaneamente, mentre in un sensore con otturatore a scorrimento i pixel vengono esposti linea per linea, con uno sfasamento temporale tra le linee. Questo sfasamento temporale nell'esposizione linea per linea ha come risultato una distorsione degli oggetti in rapido movimento, nota come effetto rolling shutter (si veda l'immagine che segue). Si noti che nel presente documento tecnico distinguiamo tra la sfocatura da movimento, causata dalla durata dell'esposizione, e la distorsione degli oggetti, causata dallo sfasamento nell'esposizione tra le linee.

I sensori con otturatore globale fanno la differenza solo se abbinati a un tempo di esposizione breve. Le esposizioni prolungate provocano una sfocatura da movimento che nasconde efficacemente la distorsione del tipo rolling shutter; pertanto, l'uso dell'illuminazione a impulsi non comporterà grandi vantaggi. Pertanto, la prima domanda da porsi è se la propria applicazione richieda un tempo di esposizione breve. In tal caso, una telecamera con otturatore globale rappresenta probabilmente la scelta più indicata.



1 Otturatore globale
2 Otturatore a scorrimento

Un caso d'uso comune dei sensori con otturatore globale è rappresentato dai processi ad alta velocità, quali la scansione di pacchi su nastri trasportatori o il monitoraggio di processi industriali rapidi, in cui l'automazione industriale basata sulla visione artificiale richiede immagini di alta qualità e prive di distorsioni.

Un secondo caso d'uso dei sensori con otturatore globale è rappresentato dalle installazioni di monitoraggio del traffico, dove brevi lampi di luce ad alta intensità consentono di ottenere immagini molto dettagliate di veicoli in movimento ad alta velocità e garantiscono persino la visibilità all'interno dell'abitacolo in condizioni di bassa luminosità.

Una conseguenza dell'esposizione simultanea nei sensori con otturatore globale è la possibilità di sincronizzare lampi di luce molto brevi con il tempo di esposizione del sensore, il che riduce al minimo il consumo energetico complessivo della luce ad alta intensità. Per quanto riguarda i sensori con otturatore a scorrimento, l'utilizzo di brevi lampi luminosi nelle soluzioni per il traffico dà origine a bande luminose nelle immagini con tempi di esposizione tipici (1 ms). Nelle installazioni che prevedono sia telecamere con otturatore globale che telecamere con otturatore a scorrimento, è possibile mitigare i problemi legati alla comparsa di bande luminose nell'immagine con otturatore a scorrimento utilizzando la funzione di acquisizione sincronizzata di Axis.

2 Schemi di esposizione per sensori di immagine con otturatore a scorrimento e otturatore globale

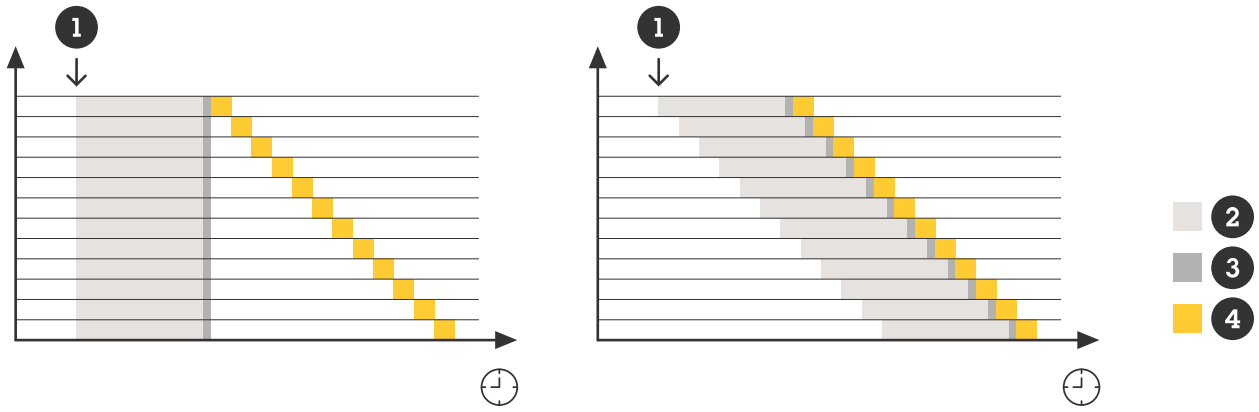


Figura 2.1 *1: Trigger, 2: Esposizione, 3: Trasferimento di carica. 4: Lettura. Grafico dello schema di esposizione per l'otturatore globale (a sinistra) e l'otturatore a scorrimento (a destra). Nei sensori con otturatore a scorrimento, la lettura linea per linea (4) comporta uno sfasamento del periodo di esposizione (2) tra una linea e l'altra. I sensori con otturatore globale espongono tutte le linee contemporaneamente. L'esposizione, se seguita da un segnale, viene trasferita in una memoria prima della lettura linea per linea.*

Il ruolo del sensore di immagine consiste nel convertire la luce (i fotoni) in un segnale digitale. Tale conversione può essere suddivisa in tre fasi. Le prime due fasi avvengono a livello di pixel. Inizialmente, durante l'esposizione i fotoni vengono assorbiti e convertiti in elettroni. L'esposizione si conclude con una fase di trasferimento di elettroni. Successivamente, gli elettroni vengono convertiti in un segnale di tensione analogico. Nella terza fase, ovvero quella di lettura dei pixel, il segnale di tensione analogico viene convertito in un segnale digitale tramite un convertitore analogico-digitale (ADC).

Un sensore di immagine è costituito in genere da diversi milioni di pixel, disposti in una matrice. Tuttavia, una configurazione comune dei sensori prevede l'utilizzo di un convertitore analogico-digitale (ADC) per ogni colonna di pixel. Ciò significa che la lettura dei pixel avviene linea per linea.

In un sensore con otturatore a scorrimento, in seguito alla lettura dei pixel linea per linea, il tempo di esposizione di ciascuna linea è leggermente sfalsato nel tempo. Questa differenza temporale nell'esposizione ha come risultato una distorsione degli oggetti in rapido movimento nell'immagine, tale fenomeno è noto come effetto rolling shutter.

Al contrario, un sensore con otturatore globale espone tutti i suoi pixel contemporaneamente. L'esposizione viene conclusa trasferendo il segnale del pixel a una memoria interna al pixel. Questa memoria può essere individuata prima che gli elettroni vengano convertiti in un segnale analogico (dominio di carica) oppure dopo che gli elettroni sono stati convertiti in un segnale analogico (dominio di tensione). Il segnale memorizzato viene successivamente trasferito ed elaborato dagli ADC, linea per linea, come nel caso del rolling shutter. Poiché tutti i pixel vengono esposti contemporaneamente, il sensore con otturatore globale non presenta distorsioni degli oggetti in rapido movimento.

3 Distorsione rolling shutter: quando è rilevante?

L'entità della distorsione rolling shutter visibile in un'immagine dipende dall'ampiezza dello sfasamento temporale tra l'esposizione di ciascuna linea del sensore, nonché dalla velocità e dalla direzione con cui gli oggetti si muovono all'interno dell'immagine.

Lo sfasamento temporale tra le linee sul sensore è determinato dal tempo di lettura delle linee del sensore e dal numero di linee da leggere. Un sensore con una risoluzione elevata provoca solitamente una maggiore distorsione rispetto a un sensore con una risoluzione bassa.

Se nell'immagine non sono visibili oggetti in rapido movimento, non si noterà alcuna distorsione rolling shutter. I sensori con otturatore a scorrimento attuali sono molto veloci e in grado di produrre immagini prive di distorsioni in quasi tutte le scene di sorveglianza. Spesso la distorsione causata dall'obiettivo, come l'effetto barile, ha un effetto molto più marcato rispetto alla distorsione rolling shutter.

Tuttavia, in alcuni casi, l'effetto rolling shutter provoca una forte distorsione delle immagini. In genere, ciò vale per oggetti che ruotano rapidamente, come ventilatori, eliche o motori.

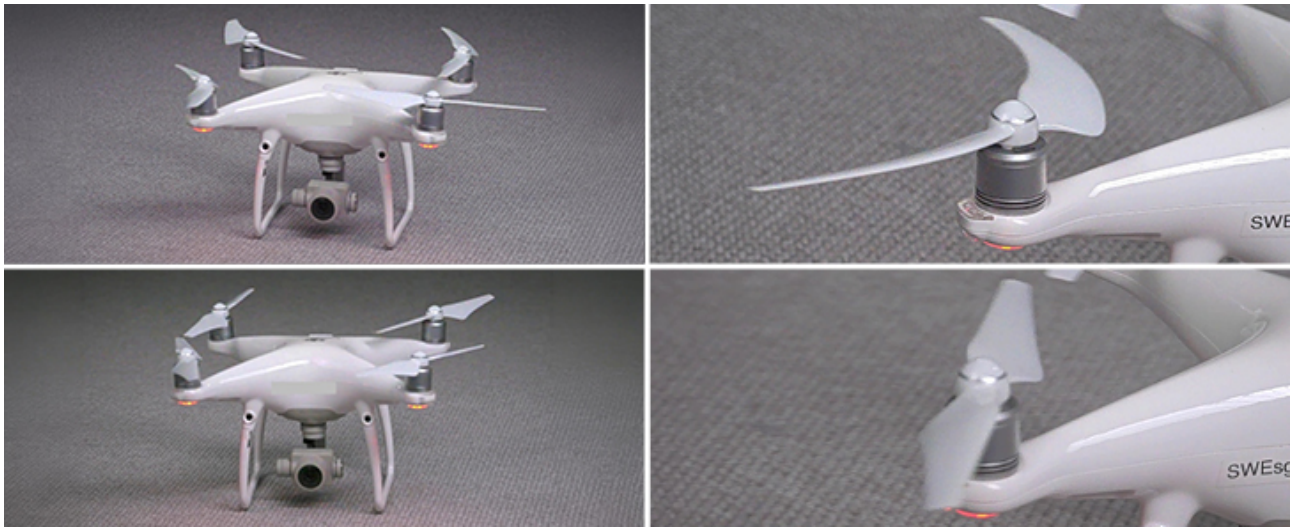


Figura 3.1 *Le prime due immagini mostrano un drone ripreso con una telecamera con otturatore a scorrimento. Le pale dell'elica sono deformate ed è difficile supporre la forma reale. Le 2 immagini seguenti mostrano lo stesso drone acquisito con una telecamera dotata di otturatore globale. L'immagine mostra la forma reale delle pale. Entrambe le telecamere hanno un tempo di esposizione molto breve, pari a 1/10000 s, per ridurre al minimo la sfocatura da movimento.*



Figura 3.2 *Uno swing da golf ripreso nello stesso istante con una telecamera con otturatore globale (a sinistra) e con una telecamera con otturatore a scorrimento (a destra). Nella telecamera con otturatore a scorrimento, il bastone appare storto a causa della distorsione rolling shutter. Entrambe le telecamere hanno impostazioni per tempi di esposizione molto brevi, pari a 1/10000 s, per ridurre al minimo la sfocatura da movimento.*

Gli oggetti che si muovono rapidamente in linea retta attraverso l'immagine, come le scatole su un nastro trasportatore o le automobili che sfrecciano, appariranno inclinate con un sensore con otturatore a scorrimento.

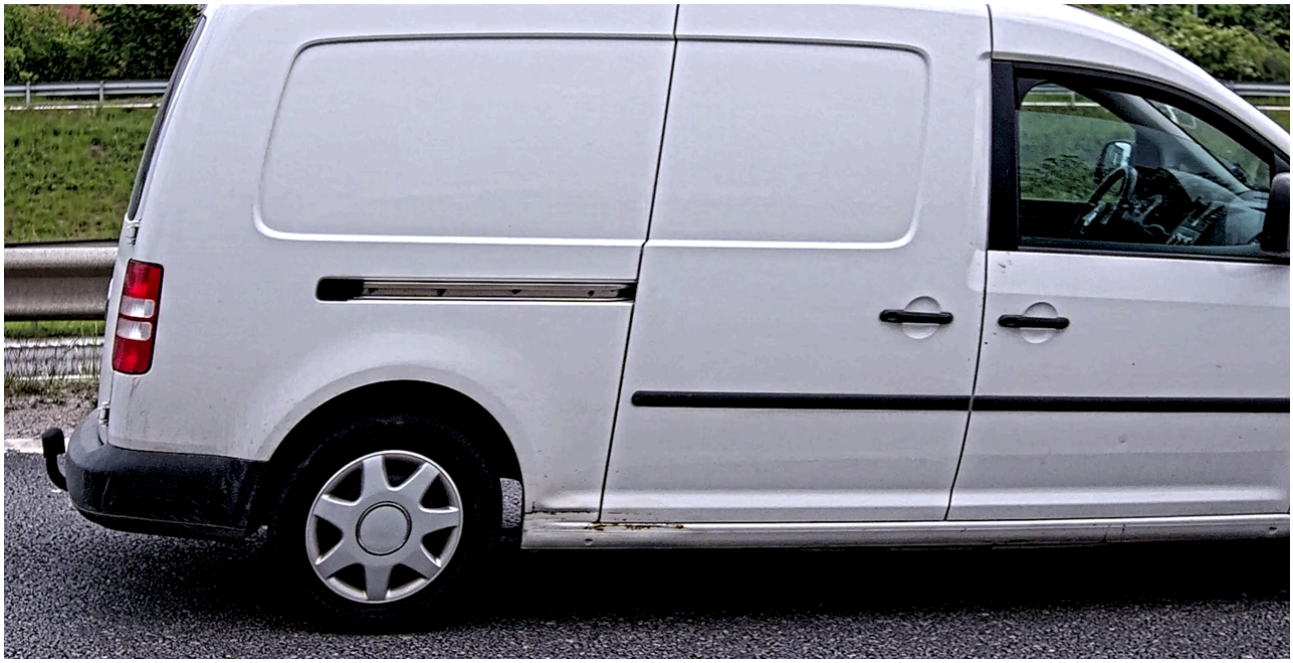


Figura 3.3 *Un'auto che attraversa rapidamente l'inquadratura apparirà inclinata a causa della distorsione rolling shutter.*

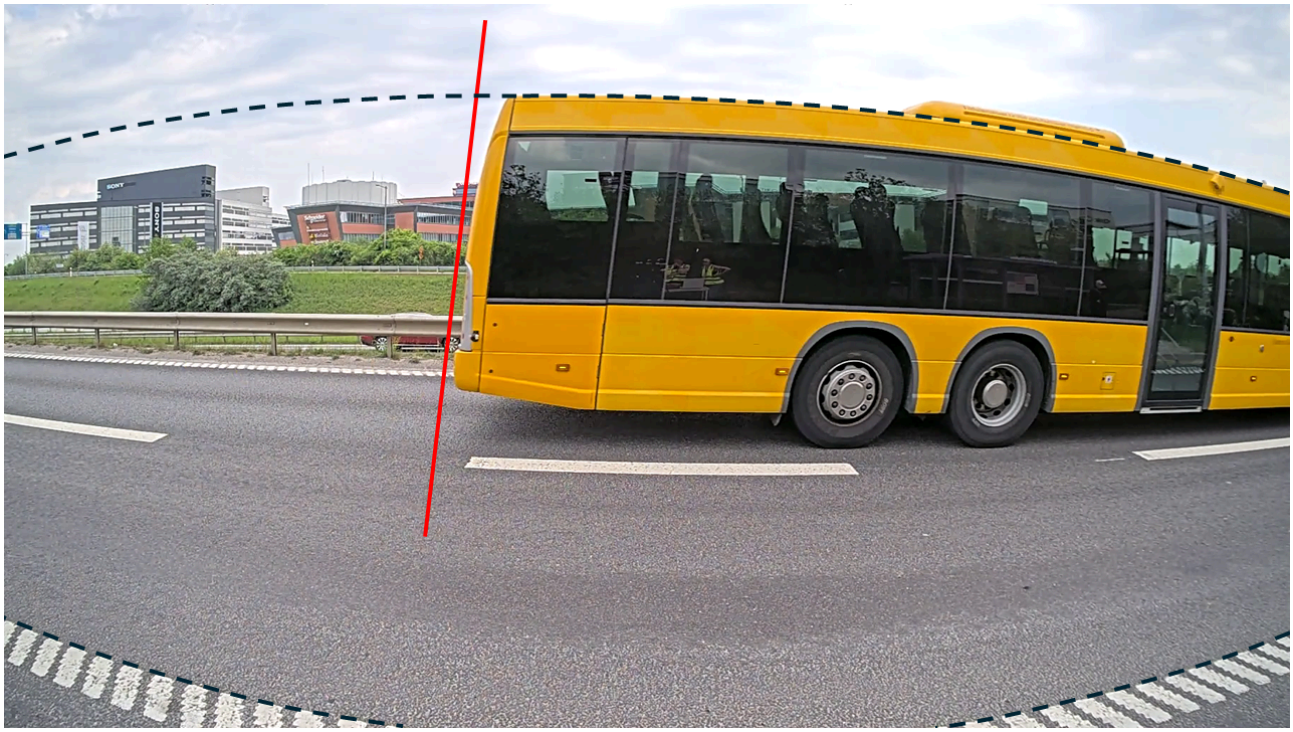


Figura 3.4 *Una telecamera con un forte effetto barile (linea tratteggiata nera) causato dall'obiettivo e una distorsione rolling shutter (linea continua rossa) causata dal sensore.*

4 Tempo di esposizione

Il tempo di esposizione non influisce sulla distorsione. Tuttavia, un tempo di esposizione più lungo provoca la sfocatura da movimento. La sfocatura da movimento attenuerà la distorsione da otturatore, rendendola meno visibile.


Together
we can imagine
tomorrow.

Figura 4.1 *Riga superiore: Una telecamera con otturatore a scorrimento con tempo di esposizione lungo (1/25 s) a sinistra e tempo di esposizione breve (1/10000 s) a destra.Riga inferiore: Una telecamera con otturatore globale con tempo di esposizione lungo (1/25 s) a sinistra e tempo di esposizione breve (1/10000 s) a destra.*



Figura 4.2 *In uno swing di golf ripreso da una telecamera con otturatore a scorrimento e un tempo di esposizione leggermente più lungo (1/500 s) la mazza da golf risulta sfocata a causa della sfocatura da movimento. La distorsione rolling shutter è comunque presente, ma meno evidente.*

I sensori con otturatore globale sono in genere necessari solo in applicazioni in cui gli oggetti si muovono rapidamente. Allo stesso tempo, è necessario un tempo di esposizione breve per evitare la sfocatura da movimento. Per i casi d'uso relativi al traffico, è comune un tempo di esposizione massimo di circa 1/1000 s (1 ms), mentre per le ventole o le eliche in rotazione potrebbero essere necessari tempi di esposizione ancora più brevi, dell'ordine di 1/10000 s (0,1 ms).

5 Otturatore globale con luce stroboscopica

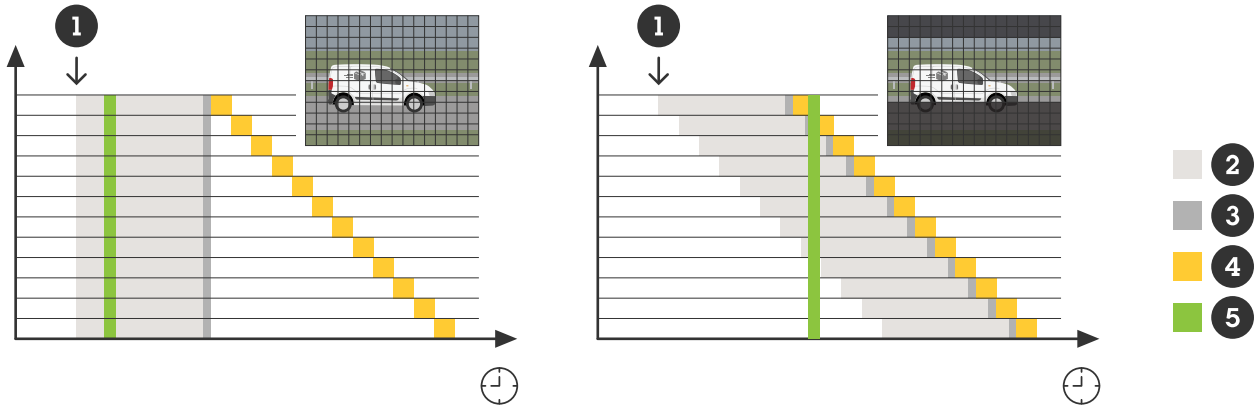


Figura 5.1 *Un breve lampo di luce (5) si sovrapporrà all'esposizione di tutte le linee sul sensore con otturatore globale (a sinistra) e sarà visibile nell'intera immagine. Nel caso del sensore con otturatore a scorrimento (a destra), il flash potrebbe sovrapporsi all'intervallo di esposizione solo per poche linee, causando la comparsa di una fascia luminosa nell'immagine.*

In condizioni di scarsa illuminazione, l'illuminazione della scena, ad esempio con luce IR o luce bianca, può migliorare la qualità dell'immagine. Quando si riprendono scene in rapido movimento, sono necessari tempi di esposizione brevi per evitare la sfocatura da movimento. Ciò riduce la quantità di luce acquisita dal sensore, aumentando la necessità di illuminare la scena.

Uno dei motivi principali per cui si sceglie un sensore con otturatore globale è la possibilità di utilizzare lampi di luce molto brevi anziché una luce continua per illuminare la scena. L'utilizzo della luce stroboscopica, con un flash per ogni fotogramma sincronizzato con l'esposizione del sensore al posto della luce continua, può rappresentare un modo per ridurre il consumo energetico del dispositivo senza compromettere la qualità di immagine, oppure un modo per aumentare in modo significativo l'intensità massima della luce.

Esempio: Ridurre il consumo energetico dell'illuminazione mediante la luce stroboscopica

Una telecamera di sorveglianza stradale utilizza un tempo di esposizione di 1/1000 s (1 ms) e una velocità in fotogrammi di 25 fps. Il ciclo di lavoro dell'esposizione è quindi (1/1000 s) / (1/25 s) = 2,5%. Ciò significa che il sensore acquisisce la luce solo per il 2,5% del tempo; per il resto del tempo si limita ad attendere il fotogramma successivo.

Se questa telecamera utilizza un'illuminazione a infrarossi continua (che rimane sempre accesa), gran parte della luce non verrà mai rilevata dal sensore.

Una soluzione migliore sarebbe quella di disattivare la luce IR quando il sensore non sta rilevando la luce. Modulando la luce IR e sincronizzando gli impulsi IR con l'esposizione del sensore, la luce IR viene emessa solo nel periodo di tempo in cui il sensore sta rilevando la luce, ovvero il 2,5% del tempo. Il consumo energetico dei LED a infrarossi risulterà quindi ridotto al 2,5% rispetto al caso in cui l'illuminazione a infrarossi sia continua.

Durante l'esposizione, il sensore riceve la stessa quantità di luce, pertanto il rapporto segnale-rumore (SNR) dell'immagine rimarrà invariato. Non si verifica alcuna perdita di qualità di immagine.

Esempio: Aumentare la sensibilità alla luce di picco mediante l'effetto stroboscopico

Utilizzando la stessa telecamera per il monitoraggio del traffico come nel caso precedente, con un tempo di esposizione di 1 ms e una velocità in fotogrammi di 25 fps, si potrebbe anche scegliere di sfruttare tutta la potenza disponibile e aumentare il più possibile la sensibilità alla luce IR.

Immagini una lampada a infrarossi a funzionamento continuo che consuma 20 W di potenza elettrica. Anziché utilizzare i LED in modo continuo, se immagazziniamo tale potenza e poi rilasciamo l'intera energia una volta ogni fotogramma, in perfetta sincronia con l'esposizione del sensore, possiamo ottenere una sensibilità alla luce molto più elevata per un breve periodo di tempo.

In questo esempio, il ciclo di lavoro è pari al 2,5%, il che, in teoria, ci consentirebbe di aumentare l'intensità dell'infrarosso di un fattore pari a 1/0,025 = 40 volte. La potenza di pilotaggio di picco dei LED a infrarossi durante l'esposizione di 1 ms sarebbe quindi pari a 800 W anziché a 20 W, senza aumentare il consumo medio di potenza, che rimane comunque pari a 20 W.

L'utilizzo di illuminatori a luce stroboscopica abilita nuovi casi d'uso nel settore della circolazione veicolare. Una luce IR continua con un consumo energetico ragionevole è sufficiente per vedere con chiarezza le targhe. Con una lampada a infrarossi a impulsi che presenta un consumo simile, la luce è sufficiente per distinguere chiaramente anche i dettagli delle auto e persino attraverso il parabrezza, all'interno delle vetture. Questo sistema può, ad esempio, essere utilizzato per identificare la marca e il modello delle automobili di notte e per verificare se il conducente indossa la cintura di sicurezza o sta utilizzando un cellulare.



Figura 5.2 *La prima immagine mostra un'istantanea di un'automobile scattata con un sensore con otturatore a scorrimento e un illuminatore IR continuo con un consumo energetico di 25 W. La seconda immagine è stata scattata con un sensore con otturatore globale e un illuminatore IR a impulsi con un consumo energetico di 20 W e una potenza di picco di 500 W. L'utilizzo di un sensore con otturatore globale, abbinato a una luce IR intermittente, può migliorare notevolmente la visibilità.*

6 Rolling shutter con luce stroboscopica

In teoria, è possibile utilizzare un flash o una luce stroboscopica con un sensore con otturatore a scorrimento, se il tempo di esposizione è abbastanza lungo da garantire che l'intervallo di esposizione della prima e dell'ultima linea si sovrappongano. Tuttavia, se la sincronizzazione non è corretta, la luce stroboscopica può causare artefatti visivi molto strani (si vedano gli esempi delle immagini riportate in appendice).



Figura 6.1 *Una telecamera con otturatore a scorrimento con tempo di esposizione prolungato (1/30 s) e un breve flash a infrarossi (1/1000 s). In questo caso, la luce IR è visibile nell'immagine completa perché il flash si attiva nell'intervallo di tempo in cui tutte le linee del sensore sono esposte contemporaneamente alla luce.*

Tuttavia, nei casi d'uso in cui si riprendono soggetti in rapido movimento o altre fonti di luce, come ad esempio la circolazione veicolare, sono necessari tempi di esposizione molto brevi per evitare la sfocatura da movimento. In tali casi, non vi è alcuna sovrapposizione nell'esposizione tra la prima e l'ultima linea del sensore, e il flash illuminerà solo un numero limitato di linee, con la comparsa di una fascia luminosa nell'immagine risultante.

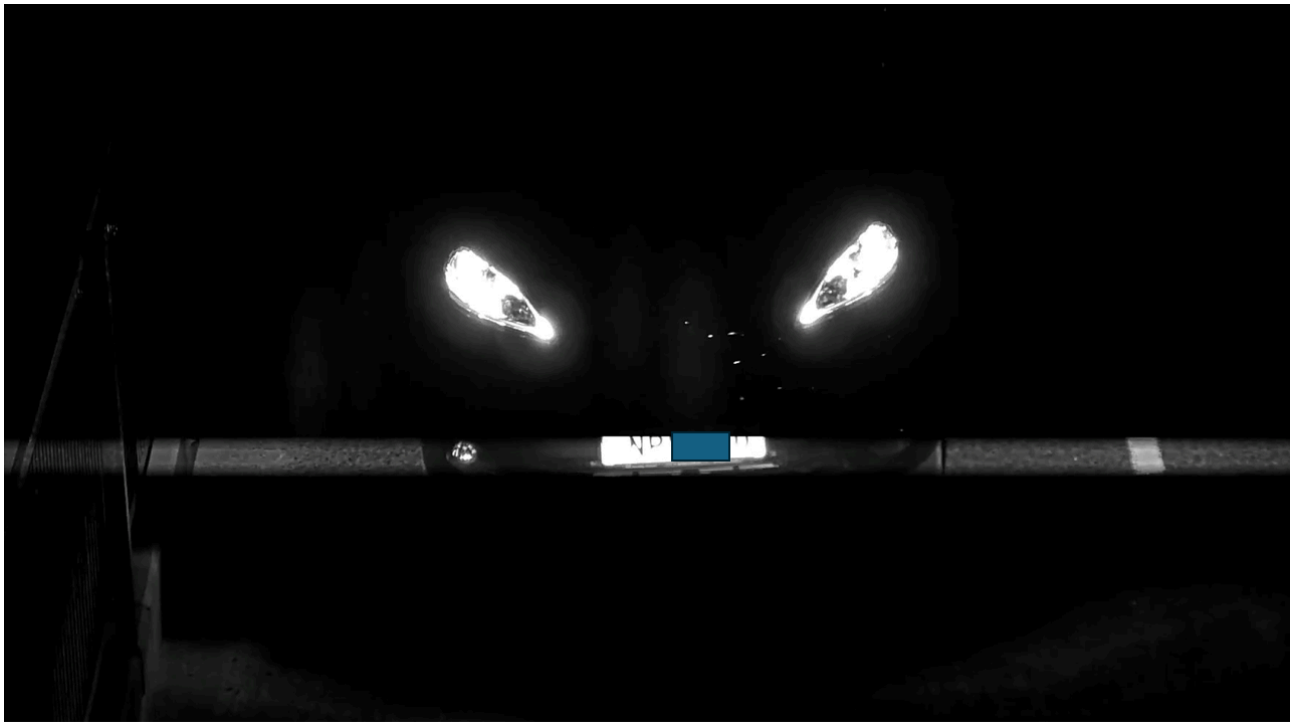


Figura 6.2 *Un'automobile ripresa da un sensore con otturatore a scorrimento con un tempo di esposizione di 1/1000 s (1 ms). È visibile una fascia luminosa causata da un potente illuminatore IR a effetto stroboscopico con impulsi di 0,5 ms, collegato a un'altra telecamera che riprende la stessa scena.*

7 Luce stroboscopica in installazioni miste con otturatore globale e otturatore a scorrimento

In un sito in cui sono presenti sia telecamere con otturatore globale che telecamere con otturatore a scorrimento, la luce stroboscopica proveniente dalle telecamere con otturatore globale può causare artefatti sui sensori delle telecamere con otturatore a scorrimento, ad esempio fasci di luce. A seconda dell'intensità della luce, della durata dell'impulso stroboscopico e del tempo di esposizione delle telecamere con otturatore a scorrimento, questo fenomeno può risultare appena percettibile oppure rendere inutilizzabile l'immagine ripresa da tali telecamere (si veda l'appendice per ulteriori esempi di immagini).

Esistono due soluzioni a questo problema: disattivare il flash stroboscopico e utilizzare invece la luce continua, oppure utilizzare la modalità di acquisizione sincronizzata su tutte le telecamere Axis.

Acquisizione sincronizzata

L'acquisizione sincronizzata Axis è una funzionalità che consente a più telecamere collegate alla stessa rete di sincronizzare l'esposizione dei rispettivi sensori e di acquisire immagini esattamente nello stesso momento. Questa funzione può essere utilizzata anche per forzare il disallineamento delle telecamere, al fine di eliminare gli artefatti luminosi di tipo stroboscopico prodotti dalle telecamere con otturatore a scorrimento.

Quando si attiva l'acquisizione sincronizzata su tutte le telecamere Axis di una rete specifica, queste si sincronizzeranno automaticamente in modo tale che tutte le telecamere con otturatore a scorrimento acquisiscano le immagini simultaneamente in una finestra temporale 1, mentre tutte le telecamere con otturatore globale acquisiscano le immagini simultaneamente in una finestra temporale 2 diversa, che non è sincronizzata con quella delle telecamere con otturatore a scorrimento. Il risultato è che la luce stroboscopica attivata dalle telecamere con otturatore globale lampeggia esattamente nel cosiddetto periodo di soppressione delle telecamere con otturatore a scorrimento, quando queste non stanno raccogliendo luce, ma stanno semplicemente in attesa del fotogramma successivo. La luce stroboscopica risulterà di fatto invisibile alle telecamere con otturatore a scorrimento.

8 Limiti dei sensori con otturatore globale

La struttura dei pixel di un sensore con otturatore globale è più complessa rispetto a quella di un sensore con otturatore a scorrimento, il che comporta prezzi più elevati per il sensore. Inoltre, in generale, il rumore è più elevato in un sensore con otturatore globale rispetto a un sensore con otturatore a scorrimento. Ciò vale in particolare per i sensori con otturatore globale, che memorizzano il segnale nel dominio di tensione prima della lettura. Poiché tale rumore viene introdotto prima della fase di guadagno analogico, l'aumento del guadagno analogico avrà un effetto limitato sulla riduzione del rumore.

Tuttavia, il livello di rumore non è l'unico fattore determinante per quanto riguarda la qualità di immagine. Un parametro fondamentale che influisce sulla qualità di immagine è il rapporto segnale-rumore (SNR). Una maggiore quantità di luce proveniente dalla scena ha come risultato un segnale più intenso nel sensore. Un sensore più grande con pixel più grandi, insieme a un obiettivo con valore f basso, aumenterà la quantità di luce acquisita dalla scena e contribuirà a un rapporto segnale/rumore (SNR) più elevato. Tenendo conto di questo in fase di progettazione di una telecamera, è possibile compensare completamente il rumore aggiuntivo generato da un sensore con otturatore globale, comportando tuttavia un aumento del costo dei componenti della telecamera.

Nelle scene notturne, in cui la luce naturale è scarsa, è possibile ricorrere all'illuminazione artificiale per aumentare il rapporto segnale-rumore (SNR) e la visibilità. L'utilizzo dell'illuminazione stroboscopica con un sensore a otturatore globale consente di aumentare la sensibilità alla luce senza incrementare il consumo energetico. Il risultato è spesso un rapporto segnale-rumore (SNR) migliore rispetto a quello di una telecamera con otturatore a scorrimento dotata di illuminazione continua.

9 Appendice, scenari pratici ed esempi illustrativi

A quale velocità di movimento si osserva la distorsione rolling shutter? Osservare i seguenti esempi calcolati:

Si tratta di una questione complessa, poiché l'entità della distorsione dipende dalla velocità con cui un oggetto si muove nell'immagine, espressa in pixel/s, e non dalla velocità effettiva in km/h o m/s. Dipende quindi da diversi fattori, quali la risoluzione, il livello di zoom, la distanza e l'angolo rispetto all'oggetto in movimento.

- Una telecamera è posizionata sul ciglio della strada e riprende le auto che sfrecciano da sinistra a destra. Il sensore ha una risoluzione di 1080x1920 pixel e un intervallo di esposizione tra le linee pari a 10 microsecondi (1/100.000 secondi). Per semplicità, supponiamo che l'altezza dell'auto occupi l'intera immagine dall'alto verso il basso. Se la velocità dell'auto è di 30 km/h, l'immagine dell'auto risulterà spostata di circa 64 pixel rispetto all'immagine completa, il che corrisponde a un'inclinazione di 3 gradi. Se la velocità è di 100 km/h, lo spostamento sarà di 213 pixel sull'intera immagine e l'auto presenterà un'inclinazione di 11 gradi.
- Una telecamera è posizionata a 6 m sopra la strada e riprende le auto che si trovano a 30 m di distanza lungo la strada. Il sensore ha una risoluzione di 1080x1920 pixel e un intervallo di esposizione tra le linee pari a 10 microsecondi (1/100.000 s). L'altezza dell'auto occupa circa il 50% dell'altezza dell'immagine. Poiché l'auto si sta spostando dalla parte superiore a quella inferiore dell'immagine, la distorsione rolling shutter provocherà una compressione o un allungamento dell'auto (a seconda che l'otturatore si sposti dalla parte inferiore a quella superiore dell'immagine oppure dalla parte superiore a quella inferiore). Se la velocità dell'auto è di 30 km/h, l'auto subirà una compressione o un allungamento inferiore a 1 pixel, pertanto non si verificherà alcuna distorsione. Se la velocità dell'auto è di 100 km/h, l'auto subirà una compressa o un allungamento di 3 pixel, ovvero di circa lo 0,5%. Se la velocità è di 200 km/h, l'auto subirà una compressione o un allungamento di 6 pixel, ovvero di circa l'1%. In questo caso, la distorsione rolling shutter non sarà visibile a occhio nudo e può essere trascurata. Il motivo è che l'angolo tra la telecamera e l'auto è tale che quest'ultima si sposta di pochissimo nell'immagine, anche se sta procedendo a velocità elevata lungo la strada.
- Una telecamera è zoomata su un nastro trasportatore, per rilevare i pacchi dotati di codici a barre che si spostano da sinistra a destra nell'immagine. I pacchi sono larghi 30 cm e occupano l'intera altezza dell'immagine. Il sensore ha una risoluzione di 1080x1920 pixel e un intervallo di esposizione tra le linee pari a 10 microsecondi (1/100.000 s). Se il nastro trasportatore si muove a una velocità di 1 m/s, i pacchi (e i codici a barre) risulteranno soggetti a un'inclinazione di 2 gradi. Se aumentiamo la velocità del nastro a 4 m/s, l'inclinazione sarà di 8 gradi. In questo caso, gli oggetti si muovono molto più lentamente rispetto alle automobili su un'autostrada, ma si osserva comunque una notevole distorsione poiché la telecamera è zoomata molto da vicino sugli oggetti.



- Una telecamera sta riprendendo un ventilatore in funzione, con un diametro di 40 cm e pale larghe 30 cm. La telecamera è zoomata in modo tale che il ventilatore occupi l'intera altezza dell'immagine. Il sensore ha una risoluzione di 1080x1920 pixel e un intervallo di esposizione tra le linee pari a 10 microsecondi (1/100.000

s). In questo caso, la distorsione rolling shutter farà apparire le pale del ventilatore piegate, allungate e sottoposte a compressione in diverse parti dell'immagine. Affinché la distorsione rimanga impercettibile, ad esempio con un allungamento inferiore all'1%, la ventola deve ruotare a una velocità inferiore a 0,3 giri al secondo. Nell'immagine sopra, una delle pale è allungata dall'alto verso il basso. Ciò avverrà a una velocità di circa 44 giri al secondo.

Esempi di immagini:

- ***Artefatti luminosi di tipo stroboscopico su una telecamera con otturatore a scorrimento:***



Figura 9.1 *Una telecamera con otturatore a scorrimento e tempo di esposizione prolungato (1/30 s) accanto a una telecamera con otturatore globale e luce IR stroboscopica in modalità WDR. In modalità WDR, saranno emessi due flash a infrarossi per fotogramma, a breve distanza l'uno dall'altro. I due impulsi provocano strani artefatti nell'immagine ripresa dalla telecamera con otturatore a scorrimento, quali immagini doppie o immagini troncate degli oggetti in movimento.*

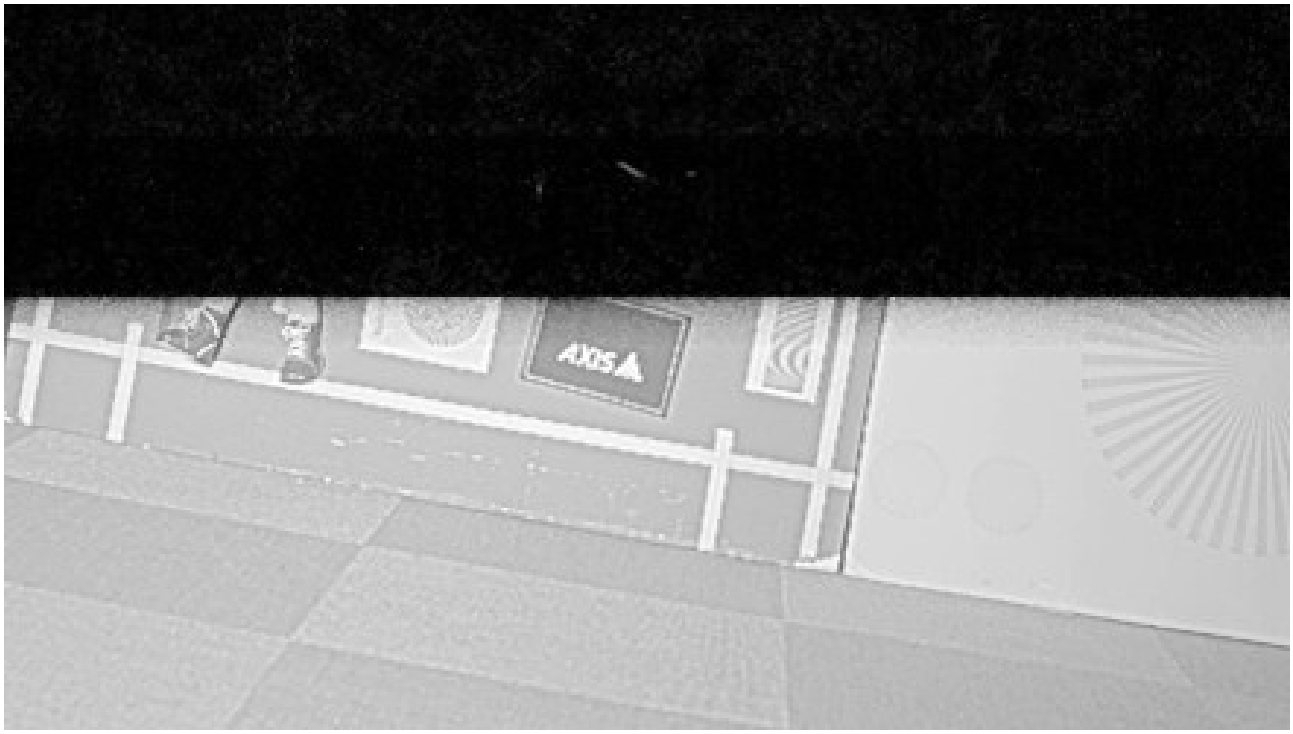


Figura 9.2 *Un'immagine ripresa da una telecamera con otturatore a scorrimento, con un tempo di esposizione di 28 millisecondi e un flash a infrarossi della durata di 1 ms. Il flash a infrarossi copre alcune parti dell'immagine.*

- ***Scene in cui non esiste differenza tra otturatore a scorrimento e otturato globale:*** In molte scene e casi d'uso, non vi è alcuna differenza visibile tra una telecamera con otturatore a scorrimento e una con otturatore globale. I materiali comprendono:
  - Scena diurne caratterizzate da un movimento moderato (persone che camminano o corrono, automobili che procedono lentamente o che sfrecciano verso la telecamera, in modo tale che il movimento nell'immagine risulti lento).
  - Scene notturne (in condizioni di scarsa illuminazione) con illuminazione continua o in assenza di illuminazione artificiale e con movimenti moderati.
  - Scene notturne (in condizioni di scarsa illuminazione) con tempi di esposizione prolungati (>1/100 s).



Figura 9.3 *Auto ripresa con una telecamera con otturatore a scorrimento e una telecamera con otturatore globale, con un tempo di esposizione breve (1/1000 s). Poiché il movimento nell'immagine è molto lento, non si verifica alcuna distorsione rolling shutter. Da questa angolazione, la distorsione rolling shutter non è visibile.*



Figura 9.4 *Auto che viaggia a 70 km/h di notte, illuminata da una sorgente IR continua da 20 W e ripresa da una telecamera con otturatore a scorrimento e da una telecamera con otturatore globale con tempo di esposizione breve (1/1000 s). Le telecamere presentano all'incirca lo stesso livello di sensibilità e lo stesso rapporto segnale-rumore.*



Figura 9.5 *Una persona che corre, ripresa di notte da una telecamera con otturatore a scorrimento e da una con otturatore globale, con tempi di esposizione prolungati (1/25 s). Il lungo tempo di esposizione provoca una sfocatura da movimento su entrambe le telecamere.*

Informazioni su Axis Communications

Axis permette di creare un mondo più intelligente e sicuro migliorando la sicurezza, la protezione, l'efficienza operativa e la business intelligence. In qualità di azienda leader nelle tecnologie di rete, Axis offre videosorveglianza, controllo accessi, intercom e soluzioni audio, che supporta con applicazioni analitiche intelligenti e una formazione di alta qualità.

Axis ha oltre 5000 dipendenti in più di 50 paesi e collabora con partner tecnologici e integratori di sistemi in tutto il mondo per fornire soluzioni ai clienti. Fondata nel 1984, Axis è una società con sede a Lund, in Svezia.

© 2026 — Axis Communications AB. AXIS COMMUNICATIONS, AXIS, ARTPEC e VAPIX sono marchi registrati di Axis AB in diverse giurisdizioni. Tutti gli altri marchi sono proprietà dei rispettivi proprietari.Axis Communications AB si riserva il diritto di apportare modifiche senza preavviso.