

Lightfinder

Prestazioni straordinarie in condizioni di illuminazione difficili

Luglio 2019

Riepilogo

La tecnologia Axis Lightfinder conferisce a una telecamera di rete un'estrema sensibilità alla luce. Nelle aree scarsamente illuminate, dove altre telecamere passano alla modalità notturna e al video in bianco e nero, le telecamere con tecnologia Lightfinder rimangono in modalità diurna e continuano a trasmettere immagini a colori. Nella sorveglianza, il colore può essere decisivo per identificare una persona, un oggetto o un veicolo.

Lightfinder offre un valore aggiunto non solo nelle scene più buie, ma in qualsiasi ambiente in cui i livelli di luce siano più bassi rispetto a una normale illuminazione per interni. Necessitando di meno luce per riprodurre un'immagine di qualità, una telecamera Lightfinder può ad esempio utilizzare un tempo di esposizione più breve, riducendo al minimo le sfocature e il rumore.

Il presente documento tecnico illustra le funzionalità per bassa illuminazione utilizzando come esempio immagini ricreate in studio con un'illuminazione controllata. Con un'intensità luminosa di 1,5-5 lux, la scena appare molto scura alle persone sul posto. Sulla telecamera, invece appare molto luminosa, anche se enfatizzata. Al diminuire dell'intensità luminosa, l'occhio umano perde la visione dei colori e i dettagli intorno a 0,5 lux, mentre la telecamera continua a riprodurre colori brillanti. Scendendo ancora a 0,02 lux, le persone vedono la scena totalmente nera, distinguendo appena gli oggetti di colore chiaro, mentre la telecamera continua a trasmettere un'immagine a colori.

La tecnologia Lightfinder è una combinazione ottimizzata di componenti ottici di prima qualità – come obiettivi sofisticati e un sensore di immagine appositamente selezionato per la sorveglianza – e algoritmi di elaborazione digitale delle immagini integrati sul chip. Con il regolare miglioramento di tutti questi elementi, si evolve anche la tecnologia Lightfinder. Lightfinder 2.0 rappresenta un cambio di passo in questa evoluzione, grazie a una maggiore sensibilità alla luce, una riproduzione più realistica dei colori e un'ottimizzazione avanzata per utenti esperti.

Lightfinder si basa sulla grande esperienza di Axis nell'elaborazione dei colori, nel filtraggio e nell'ottimizzazione. Le tecnologie Lightfinder e Axis Zipstream lavorano in sinergia per una compressione ultra selettiva, che preserva i dettagli delle immagini mantenendo bassi i costi di archiviazione e la velocità di trasmissione media.

Indice

1. La luce: nozioni fondamentali	4
1.1 Acquisizione della luce	4
1.2 Intensità luminosa in lux	5
1.3 Sensibilità alla luce e illuminazione minima	6
2. Elementi principali di Lightfinder	6
3. Vantaggi principali di Lightfinder	7
3.1 Video a colori per un'identificazione precisa in condizioni di scarsa illuminazione	7
3.1.1 Lightfinder: esempi a livelli di luce diversi	7
3.2 Altri vantaggi legati al tempo di esposizione e all'apertura	9
4. Lightfinder 2.0	11
4.1 Vantaggi	11
4.2 Esempio	11

Introduzione

Lightfinder è una tecnologia Axis che consente a una telecamera di trasmettere un video a colori di alta qualità anche con un'illuminazione estremamente bassa. La tecnologia è frutto di una combinazione esclusiva di sensore, obiettivo e algoritmi di elaborazione dell'immagine ottimizzati su un chip all'avanguardia.

Le telecamere di rete con tecnologia Lightfinder sono vantaggiose in tutte le applicazioni di videosorveglianza in condizioni di scarsa illuminazione, ad esempio in parcheggi, campus scolastici, cantieri e nella sorveglianza urbana, quando il video a colori può aumentare molto la possibilità di identificare persone, veicoli o eventi.

Il presente documento tecnico descrive gli elementi basilari e i principali vantaggi della tecnologia Lightfinder. Per esemplificare la qualità d'immagine offerta dalla telecamere con tecnologia Lightfinder, si utilizzeranno istantanee tratte da un video in una scena poco illuminata (ricreando tali condizioni con un'illuminazione controllata). Per comprendere meglio questa tecnologia, però, verranno introdotti alcuni concetti fondamentali sulla luce, sulla sua acquisizione e sulla sua misurazione.

1. La luce: nozioni fondamentali

La luce è formata da pacchetti discreti di energia, detti fotoni, che si distinguono per livelli diversi di energia, o lunghezze d'onda. Nello spettro della luce visibile, le varie lunghezze d'onda rappresentano i vari colori. La figura 1 mostra una parte dello spettro elettromagnetico con i nomi delle bande di energia.

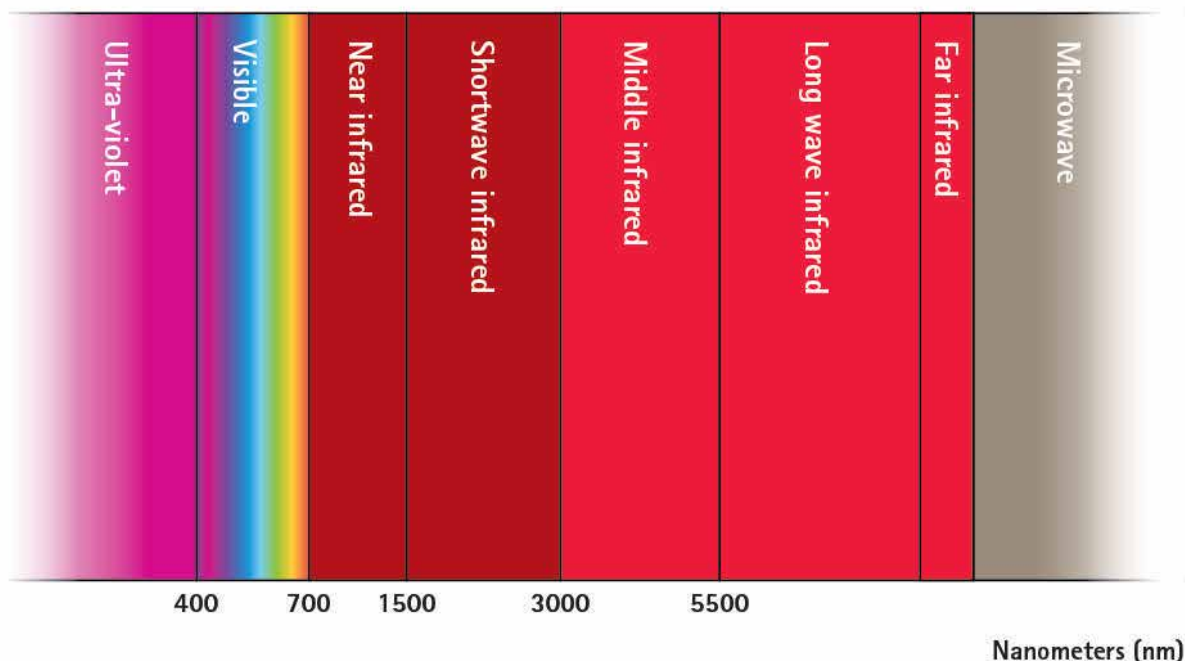


Figura 1: parte dello spettro elettromagnetico con le bande di energia e le relative lunghezze d'onda (in nanometri).

1.1 Acquisizione della luce

L'occhio umano è in grado di percepire la luce (fotoni) con una lunghezza d'onda compresa approssimativamente tra 400 nm e 700 nm (spettro della luce visibile). L'occhio ha due tipi di recettori luminosi: i bastoncelli e i coni, ottimizzati per misurare la luce di intensità e lunghezze d'onda diverse. I coni sono deputati alla visione dei colori, ma richiedono una luce piuttosto intensa (un discreto numero di fotoni) per poter captare qualcosa. I bastoncelli, per contro, riescono a funzionare anche a livelli di luce bassissimi (nell'ordine di pochi fotoni), ma poiché non sono in grado di distinguere le lunghezze d'onda non danno informazioni sui colori. È per questo che l'occhio perde la visione dei colori al diminuire della luce: i coni non percepiscono niente, mentre i bastoncelli continuano a percepire.

Un elemento importante di una telecamera di rete è rappresentato dal sensore: elemento composto da milioni di punti foto sensibili (pixel). Oltre ad acquisire i fotoni di luce visibile, il sensore di una telecamera digitale è in grado di rilevare fotoni di lunghezze d'onda leggermente maggiori (700-1000 nm), nella parte dell'IR vicino. Normalmente, la luce nell'IR vicino è presente sia nella luce solare che in quella artificiale.

Quando i livelli di luce visibile sono molto bassi, una telecamera digitale (di tipo Day&Night con filtro IR rimovibile) può ancora sfruttare la luce nell'IR vicino per produrre le immagini, anche se questa luce non veicola informazioni sui colori. Dunque, a livelli molto bassi di luce visibile, sia l'occhio umano che una normale telecamera Day&Night possono solo riprodurre immagini in bianco e nero.

Una telecamera con Lightfinder, invece, mantiene la visione del colore e continua a produrre immagini a colori anche quando l'illuminazione scende a livelli in cui l'occhio non è più in grado di distinguerli.

In alternativa, è possibile integrare le telecamere Lightfinder con illuminatori IR e utilizzare la modalità Night. Le immagini in bianco e nero riprese in modalità Night con l'aiuto degli infrarossi possono essere molto utili, ad esempio nelle applicazioni di analisi video, ma in molti casi la modalità Day con i colori e un aspetto più naturale è senza dubbio più attraente.



Figura 2: in questo video in modalità Night, la telecamera Lightfinder sfrutta la luce esistente in modo ottimale.

1.2 Intensità luminosa in lux

L'intensità luminosa può essere quantificata fotometricamente come illuminamento, o flusso luminoso per unità di superficie. L'illuminamento si basa sull'intensità radiometrica assoluta della luce (irraggiamento misurato in W/m^2). Tuttavia, tiene anche conto della sensibilità dell'occhio umano, con un modello standardizzato di percezione della luminosità a varie lunghezze d'onda. In altre parole, l'illuminamento rappresenta l'intensità luminosa percepita dall'occhio umano. L'unità di misura dell'illuminamento è il lux (lx), equivalente a un lumen per metro quadrato.

Nelle scene naturali l'illuminazione è spesso complessa, perché le ombre e i picchi di luce causano valori in lux diversi nelle varie parti della scena. Un valore in lux non esprime le condizioni di illuminazione della scena complessiva e non dà indicazioni sulla direzione della luce. Tuttavia, le misure dell'intensità luminosa sono utili per stimare le condizioni di luce e confrontare scene diverse. La tabella 1 elenca i valori tipici in lux in varie condizioni di illuminazione.

Intensità della luce	Descrizione
0,05 – 0,3 lux	Luna piena con cielo terso
1 lux	Candela a 1 m di distanza
80 lux	Corridoio di una palazzina di uffici
500 lux	Luce da ufficio
10.000 lux	Piena luce del giorno
100.000 lux	Luce solare forte

Tabella 1: valori tipici in lux per le condizioni di illuminazione più comuni nelle scene di sorveglianza.

1.3 Sensibilità alla luce e illuminazione minima

Molti produttori specificano la sensibilità luminosa di una telecamera di rete indicando l'illuminazione necessaria per riprodurre un'immagine accettabile. Sebbene tali specifiche siano utili a confrontare la sensibilità alla luce di telecamere dello stesso produttore, confronti tra produttori diversi devono essere fatti con cautela. Poiché non esiste uno standard mondiale per la misurazione dell'illuminazione minima, i produttori utilizzano metodi e criteri diversi per definire un'immagine accettabile.

2. Elementi principali di Lightfinder

La tecnologia Lightfinder è una combinazione perfetta di componenti ottici ottimizzati e di prima qualità, un'elaborazione avanzata delle immagini e un chip progettato specificamente per la sorveglianza. Con il regolare miglioramento di tutti questi elementi, si evolve anche la tecnologia Lightfinder.

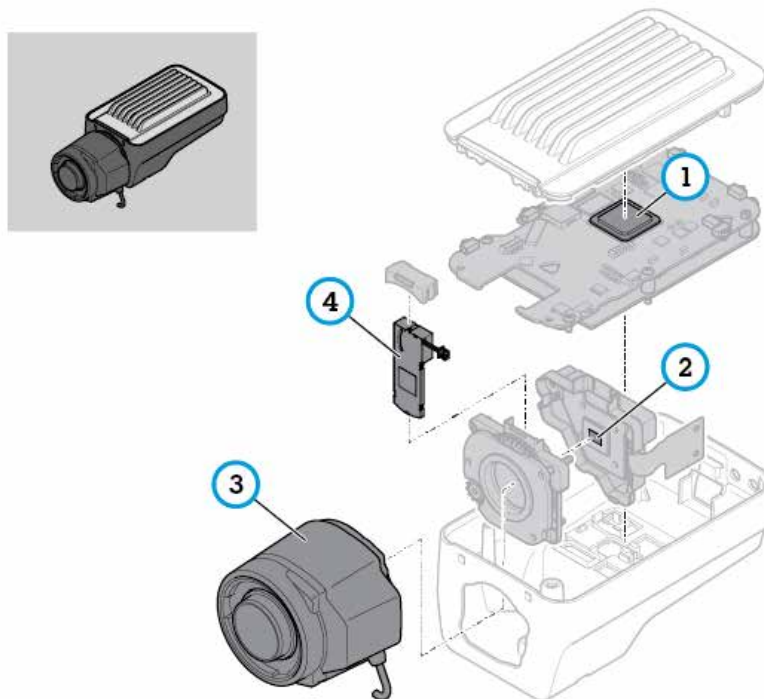


Figura 3: vista esplosa di una telecamera di rete Axis. In evidenza i componenti ottimizzati per la tecnologia Lightfinder: chip con modulo integrato per l'elaborazione dei segnali di immagine (ISP) (1), sensore di immagine (2), obiettivo (3) e filtri (4).

Dopo l'acquisizione e la messa a fuoco tramite un obiettivo di alta qualità, la luce raggiunge il sensore di immagine, elemento fondamentale di qualsiasi telecamera digitale. Il sensore è un componente elettro-ottico formato da una serie di rilevatori fotosensibili e converte la luce in segnali elettrici. Tutti i prodotti Lightfinder sono dotati di sensore CMOS di alta qualità e appositamente selezionato grazie alle sue caratteristiche ottimali per la sorveglianza.

Altrettanto importanti come il sensore di immagine sono gli algoritmi di elaborazione digitale delle immagini, integrati sul modulo ISP del chip. Il chip è progettato specificamente per la videosorveglianza e realizzato con le ultime tecnologie di produzione ASIC, garantendo il numero massimo di elementi costitutivi digitali. In tempo reale, gli algoritmi rimuovono il rumore, recuperano i colori e rendono nitida ogni immagine, per produrre un video utilizzabile anche con il minimo segnale. Tuttavia, preservare il contenuto delle immagini ha sempre la priorità sul filtraggio: se troppo intenso, potrebbe infatti eliminare dettagli importanti. Nella sorveglianza, è particolarmente importante che gli algoritmi di immagine non eliminino le informazioni utili per le attività forensi. Gli algoritmi devono avere un andamento regolare e prevedibile, senza introdurre informazioni estranee nel tentativo di rendere l'immagine più gradevole all'occhio.

Valutando attentamente l'intero cammino ottico e ottimizzando tutti gli algoritmi digitali, è possibile ottenere prestazioni straordinarie della telecamera nella maggior parte delle condizioni di illuminazione: in questo senso, l'assenza di luce rappresenta la massima sfida. Nei prodotti Lightfinder, l'obiettivo e il sensore sono abbinati ad altri componenti ottici, come i filtri, per aumentare al massimo la sensibilità alla luce e la risoluzione evitando gli artefatti.

Le tecnologie Lightfinder e Axis Zipstream lavorano in sinergia per una compressione ultra selettiva, che preserva i dettagli delle immagini mantenendo bassi i costi di archiviazione e la velocità di trasmissione media.

3. Vantaggi principali di Lightfinder

Lightfinder consente alla telecamera di riprodurre i colori nelle scene con scarsissima illuminazione. Tuttavia, offre anche un video di alta qualità con poco rumore e una sfocatura da movimento minima perché l'estrema sensibilità alla luce consente di utilizzare tempi di esposizione brevi.

3.1 Video a colori per un'identificazione precisa in condizioni di scarsa illuminazione

Nelle aree scarsamente illuminate, dove altre telecamere Day&Night passano alla modalità notturna e al video in bianco e nero, le telecamere con tecnologia Lightfinder rimangono in modalità diurna e continuano a trasmettere immagini a colori. Nella videosorveglianza, i colori possono avere la massima importanza per un'identificazione efficace di persone, veicoli o eventi. Permettendo all'operatore di segnalare con velocità e precisione il colore di indumenti o auto, la tecnologia Lightfinder può consentire un intervento immediato e un'identificazione precisa.

3.1.1 Lightfinder: esempi a livelli di luce diversi

Per illustrare le funzionalità per bassa illuminazione della tecnologia Lightfinder, i prossimi esempi utilizzano sequenze video riprese in studio con un'illuminazione controllata.

AXIS Q1645 Network Camera, dotata di obiettivo F0.9 ultrasensibile, è posizionata a 10 m da alcuni oggetti colorati. La telecamera utilizza un tempo di esposizione di 1/30, che consentirebbe anche di riprendere oggetti in movimento, mentre la tecnologia WDR è disattivata.

La figura 4 mostra la scena riprodotta da una telecamera Axis a livelli di luce compresi tra 1,5 lux (intorno al triciclo) e 5 lux (intorno alla vita del manichino). Si noti che l'occhio umano (sempre a 10 m dagli oggetti, accanto alla telecamera) vede la scena molto più scura rispetto a quanto suggerito dall'immagine, anche dopo essersi adattato. L'occhio riesce comunque a distinguere i colori, anche se la luce è percepita come "bassa e affaticante".



Figura 4: scena in studio con un'intensità luminosa tra 1,5 lux (triciclo) e 5 lux (vita del manichino). La telecamera Lightfinder riproduce colori nitidi e un'immagine chiara (anche se enfatizzata), mentre l'occhio umano riesce a distinguere i colori ma percepisce la scena come molto scura.

Le figure da 5 a 7 mostrano la stessa scena filmata con una configurazione identica dei dispositivi ma con livelli di luce sempre più bassi. Intorno agli 0,5 lux (figura 5), l'occhio umano perde la visione dei colori, mentre la telecamera Lightfinder continua a riprodurre colori brillanti. In effetti, la telecamera Lightfinder mantiene la visione dei colori (anche se leggermente attenuata) fino ai livelli minimi del test, pari a 0,02-0,08 lux (figura 7). A questi livelli, l'occhio umano non riesce a percepire i colori né i dettagli e la scena appare sostanzialmente nera: solo gli oggetti di colore più chiaro risultano appena distinguibili.

Figura 5: 0,2 lux – 0,7 lux misurati sugli oggetti. La telecamera Lightfinder riproduce colori brillanti. L'occhio umano ha una visione dei colori ambigua e può distinguere principalmente le superfici chiare, con pochi dettagli.



Figura 6: 0,1 lux – 0,3 lux misurati sugli oggetti. La telecamera Lightfinder offre un'immagine a colori meno nitida ma molto dettagliata. L'occhio non riesce a distinguere le superfici più scure e non percepisce i dettagli e i colori.



Figura 7: 0,02 lux – 0,08 lux misurati sugli oggetti. La telecamera Lightfinder trasmette un'immagine scura, con colori attenuati ma distinguibili. L'occhio distingue vagamente le superfici più chiare e non percepisce alcun dettaglio o colore.



3.2 Altri vantaggi legati al tempo di esposizione e all'apertura

L'estrema sensibilità di una telecamera Lightfinder può avere benefici non solo nelle scene più buie, ma in tutte le scene con livelli di luce più bassi rispetto a quelli di un normale ufficio. Necessitando di meno luce per riprodurre un'immagine di qualità, una telecamera Lightfinder può utilizzare un tempo di esposizione più breve, riducendo il rumore e le sfocature, o un'apertura dell'obiettivo minore, con ulteriori vantaggi.

Ad esempio, Lightfinder consente di:

- > ridurre la sfocatura da movimento (utilizzando un tempo di esposizione più breve)
- > ridurre il rumore (sempre grazie a un tempo di esposizione più breve)
- > utilizzare teleobiettivi più lunghi (che in genere richiedono un tempo di esposizione più breve per un risultato ottimale)
- > aumentare la profondità di campo (utilizzando un'apertura inferiore sull'obiettivo)
- > ridurre il rumore (utilizzando meno guadagno digitale)
- > migliorare le prestazioni WDR (con meno rumore) nelle parti scure dell'immagine

Il tempo di esposizione è il periodo durante il quale il sensore della telecamera acquisisce i fotoni (e li converte in segnali elettrici) prima di misurare e utilizzare il numero di elettroni calcolato per ogni pixel per formare un'immagine. Quindi, tutti i pixel del sensore vengono azzerati e l'acquisizione dei fotoni ricomincia.

In genere, le scene poco illuminate richiedono tempi di esposizione maggiori, in modo che il sensore possa acquisire abbastanza fotoni per produrre un'immagine utilizzabile. Se il tempo di esposizione è troppo breve e l'immagine diventa troppo scura è possibile schiarirla digitalmente, ma non senza aumentare il rumore. Con un tempo di esposizione lungo, per contro, gli oggetti in rapido movimento possono risultare sfocati perché si muovono sul sensore durante l'esposizione. Questo fenomeno è detto sfocatura da movimento, un problema comune nelle scene con poca luce.



Figura 8: un tempo di esposizione lungo può causare una sfocatura da movimento visibile. In questo video, la targa sarebbe stata leggibile con un tempo di esposizione breve.

Consentendo di utilizzare tempi di esposizione più brevi, Lightfinder può ridurre la sfocatura da movimento. Questo è particolarmente importante se si desidera un'alta risoluzione per mettere in evidenza i dettagli dell'oggetto in movimento. Altri modi di ridurre la sfocatura da movimento consistono nell'allontanare la telecamera dall'oggetto che si muove o utilizzare un obiettivo grandangolare. In questi casi, un oggetto in movimento si sposterà su un numero minore di pixel del sensore a parità di velocità.

Un altro vantaggio di Lightfinder è la possibilità di aumentare la profondità di campo di un'immagine utilizzando un'apertura inferiore dell'obiettivo. Se l'illuminazione è scarsa, si tende ad utilizzare un'apertura maggiore per acquisire più luce durante il tempo di esposizione. Tuttavia, a causa delle leggi ottiche e del ray-tracing, un'apertura maggiore comporta anche una minore profondità di campo; in altre parole, è possibile mettere simultaneamente a fuoco solo una porzione inferiore della scena. Con Lightfinder, invece, il tempo di esposizione può essere più basso, consentendo l'uso di un'apertura minore e ottenendo una maggiore profondità di campo.

4. Lightfinder 2.0

Da maggio 2019, sempre più telecamere di rete Axis saranno dotate di Lightfinder 2.0. Disponibile sulle telecamere che utilizzano il chip ARTPEC-7, questa tecnologia rappresenta un cambio di passo nell'evoluzione di Lightfinder.

4.1 Vantaggi

Grazie a una riprogettazione completa della pipeline di elaborazione dell'immagine, Lightfinder 2.0 offre immagini ancora più nitide con meno artefatti. Oltre ad aumentare la sensibilità generale della telecamera alla luce, Lightfinder 2.0 offre una riproduzione più accurata dei colori, un miglior bilanciamento del bianco e maggiori possibilità di schiarire ombre e oggetti scuri.

Lightfinder 2.0 è anche dotato di nuove impostazioni per il controllo dei filtri temporali e spaziali, particolarmente utili per gli utenti esperti che vogliono ottimizzare l'immagine per applicazioni analitiche specifiche.

4.2 Esempio

La figura 9 è tratta da un test di videosorveglianza con una telecamera Axis dotata di Lightfinder 2.0. Anche se l'immagine non sembra eccezionale, la scena effettiva è molto scura. La persona che si vede nell'immagine sotto il ponte misura un'intensità luminosa di appena 0,05 lux. Lightfinder 2.0 riproduce questo ambiente molto buio come se fosse inondato dalla luce.



Figura 9: l'immagine nitida, brillante e a colori trasmessa da una telecamera Lightfinder 2.0 con un'intensità luminosa di appena 0,05 lux sotto il ponte.

Per un confronto, la figura 10 mostra la stessa scena, con l'immagine manipolata per riprodurre la vista a occhio nudo. Una persona accanto alla telecamera Lightfinder 2.0 vede l'area sotto il ponte molto buia, pur riuscendo a distinguere alcuni dettagli.



Figura 10: immagine visibile dalle persone sulla scena. L'immagine è stata manipolata per riprodurre l'oscurità percepita dall'occhio.

La figura 11 è un'altra foto della stessa scena scattata con un moderno smartphone. Naturalmente gli smartphone non ottimizzano le immagini per la sorveglianza, ma il fatto che l'area sotto il ponte appaia completamente nera rende l'idea sull'oscurità effettiva della scena.



Figura 11: la stessa scena firmata con un iPhone8.

Informazioni su Axis Communications

Axis permette di creare un mondo più intelligente e sicuro grazie a soluzioni di rete che migliorano la sicurezza e forniscono nuove opportunità di business. In qualità di leader nel settore dei video di rete, Axis offre prodotti e servizi per la videosorveglianza e l'analisi dei video, il controllo degli accessi e gli impianti audio. Axis ha oltre 3000 dipendenti in più di 50 paesi e collabora con partner in tutto il mondo per fornire soluzioni ai clienti. Fondata nel 1984, Axis è una società con sede a Lund, in Svezia.

Per ulteriori informazioni su Axis, visitare il sito web www.axis.com.