

Lightfinder

Resultados extraordinarios en condiciones de iluminación complicadas

Septiembre 2021

Índice

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Resumen | 3 |
| 2 | Introducción | 3 |
| 3 | Y se hizo la luz: un poco de historia | 4 |
| | 3.1 Detección de luz | 4 |
| | 3.2 Intensidad de la luz en lux | 5 |
| | 3.3 La sensibilidad a la luz, sinónimo de iluminación mínima | 6 |
| 4 | Principios básicos de la tecnología Lightfinder | 6 |
| 5 | Principales ventajas de Lightfinder | 8 |
| | 5.1 Vídeo en color para una identificación precisa con una luz mínima | 8 |
| | 5.2 Otras ventajas vinculadas al tiempo de exposición y al tamaño de la apertura | 11 |
| 6 | Lightfinder 2.0 | 13 |
| | 6.1 Ventajas | 13 |
| | 6.2 Ejemplo | 13 |

1 Resumen

La tecnología Axis Lightfinder proporciona una sensibilidad de luz extraordinaria a una cámara de red. En esos momentos donde apenas hay luz y en que otras cámaras se pasarían al modo nocturno y al vídeo en escala de grises, las cámaras con Lightfinder siguen con el modo de día y ofreciendo imágenes en color. En situaciones de vigilancia el color puede ser un factor crítico, la clave para identificar una persona, un objeto o un vehículo.

Lightfinder no solo aporta valor a las escenas más oscuras, sino que también ayuda siempre que los niveles de iluminación son más bajos que los que encontramos habitualmente en interiores. Al necesitar menos luz para producir una buena imagen, una cámara con Lightfinder puede, por ejemplo, reducir el tiempo de exposición y minimizar los resultados borrosos y el ruido.

Para mostrar la capacidad para trabajar con poca luz de la tecnología Lightfinder, en este documento técnico se utilizan imágenes de un estudio con una iluminación controlada al milímetro. A una intensidad de la luz de 1,5-5 lux, la escena se apreciaba extremadamente oscura al ojo humano, pero la cámara mostraba una escena engañosamente iluminada. Al bajar la intensidad, el ojo humano perdía la visión en color y los detalles en torno a los 0,5 lux, mientras que la cámara continuaba ofreciendo colores vivos. Incluso al bajar hasta los 0,02 lux, momento en que las personas lo veían prácticamente todo negro y discernían solo ligeramente los objetos más claros, la cámara seguía mostrando una imagen en color.

La tecnología Lightfinder combina una estudiada selección de componentes ópticos de primer nivel, como un objetivo de alta calidad y un sensor de imagen seleccionado específicamente para vigilancia. Los algoritmos de procesamiento de imagen digital están integrados en el sistema en chip. Y la tecnología Lightfinder evoluciona a medida que los componentes de esta plataforma van mejorando. El concepto de Lightfinder 2.0 representa un paso más en esta evolución, con una mayor sensibilidad a la luz, una reproducción del color más realista y una optimización personalizada para usuarios avanzados.

Lightfinder nace de un profundo conocimiento del procesamiento, el filtrado y el ajuste del color. Las tecnologías Lightfinder y Axis Zipstream trabajan en perfecta sincronía para hacer posible una compresión cuidada, que conserve los detalles de la imagen y, a la vez, permita generar un vídeo con una baja velocidad de bits de promedio y un coste del almacenamiento inferior.

2 Introducción

Lightfinder es una tecnología de Axis que permite a una cámara de red crear un vídeo en color de alta calidad con una iluminación mínima. Esta tecnología es el resultado de combinar el sensor adecuado con el objetivo perfecto, y sumarlos a algoritmos optimizados para el procesamiento de imágenes en un chip de última generación.

Las cámaras de red con Lightfinder son útiles en todas las aplicaciones de videovigilancia exigentes con poca luz, como aparcamientos, vigilancia urbana, campus y obras, en que el vídeo en color puede mejorar sustancialmente las posibilidades de identificar personas, vehículos o incidentes de forma concluyente.

Este documento técnico explica las características básicas y las principales ventajas de la tecnología Lightfinder. La calidad de imagen se presenta con ejemplos basados en instantáneas de vídeo de Lightfinder extraídas de una escena con poca luz creada con iluminación controlada. Para entender exactamente cómo funciona la tecnología desde un punto de vista tecnológico, empezaremos repasando los conceptos básicos de la luz y su detección y medición.

3 Y se hizo la luz: un poco de historia

La luz está formada por haces separados de energía electromagnética llamados fotones. Estos fotones presentan diferentes niveles de energía, o longitudes de onda. En el intervalo de energía de la luz visible, las distintas longitudes de onda representan la luz de diferentes colores. La figura inferior muestra algunos de los intervalos de energía del espectro electromagnético.

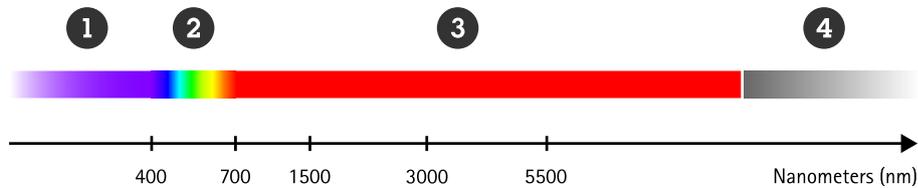


Figure 1. Parte del espectro electromagnético con los intervalos de energía marcados en longitudes de onda (nanómetros). Los intervalos de energía, de izquierda a derecha, son: (1) luz ultravioleta, (2) luz visible, (3) luz infrarroja, (4) microonda.

El intervalo de energía infrarroja, a su vez, se divide en casi infrarroja, infrarroja de onda corta, infrarroja de onda media, infrarroja de onda larga y infrarroja lejana.

3.1 Detección de luz

El ojo humano puede detectar la luz (fotones) en unas longitudes de onda aproximadas de entre 400 nm y 700 nm (el espectro visible). El ojo tiene dos tipos de detector de luz, los bastones y los conos, optimizados para medir luces de diferentes intensidades y longitudes de onda. Los conos proporcionan la visión en color, pero necesitan una luz intensa (con un número elevado de fotones) para poder detectar algo. Los bastones, en cambio, pueden detectar niveles de luz muy bajos (de apenas unos pocos fotones), pero como no pueden diferenciar entre longitudes de onda, no dan información sobre el color. Esto explica que el ojo humano pierda la visión en color cuando la luz disminuye: los conos no captan nada, pero los bastones sí.

En una cámara digital, el equivalente a los bastones y los conos del ojo son los millones de puntos fotosensibles (píxeles) del sensor de imagen. Aparte de detectar los fotones de luz visible, el sensor de una cámara digital también puede detectar fotones de longitudes de onda ligeramente más largas (700–1.000 nm) en la parte del espectro conocida como infrarrojo cercano. La luz infrarroja cercana normalmente está presente tanto en la luz solar como en la luz artificial.

Cuando los niveles de luz visible son muy bajos, una cámara digital (cámara con funcionalidad día/noche con filtro bloqueador IR desmontable) puede seguir utilizando la luz infrarroja cercana para producir imágenes. Sin embargo, la luz no tiene información de color, por lo que a niveles muy bajos de luz visible, tanto el ojo humano como una cámara con funcionalidad día/noche típica únicamente pueden obtener imágenes en escala de grises.

En cambio, una cámara con Lightfinder conserva su visión en color y sigue generando imágenes en color incluso cuando la iluminación se sitúa muy por debajo del nivel en el que el ojo humano puede distinguir los colores.

Las cámaras Lightfinder también pueden complementarse con iluminadores de infrarrojos y usar el modo nocturno de las cámaras. Las imágenes infrarrojas en escala de grises del modo nocturno pueden resultar

de gran utilidad, por ejemplo en aplicaciones de analítica de vídeo, pero en la mayoría de situaciones resulta más atractivo el vídeo diurno, con sus colores y sus imágenes naturales.

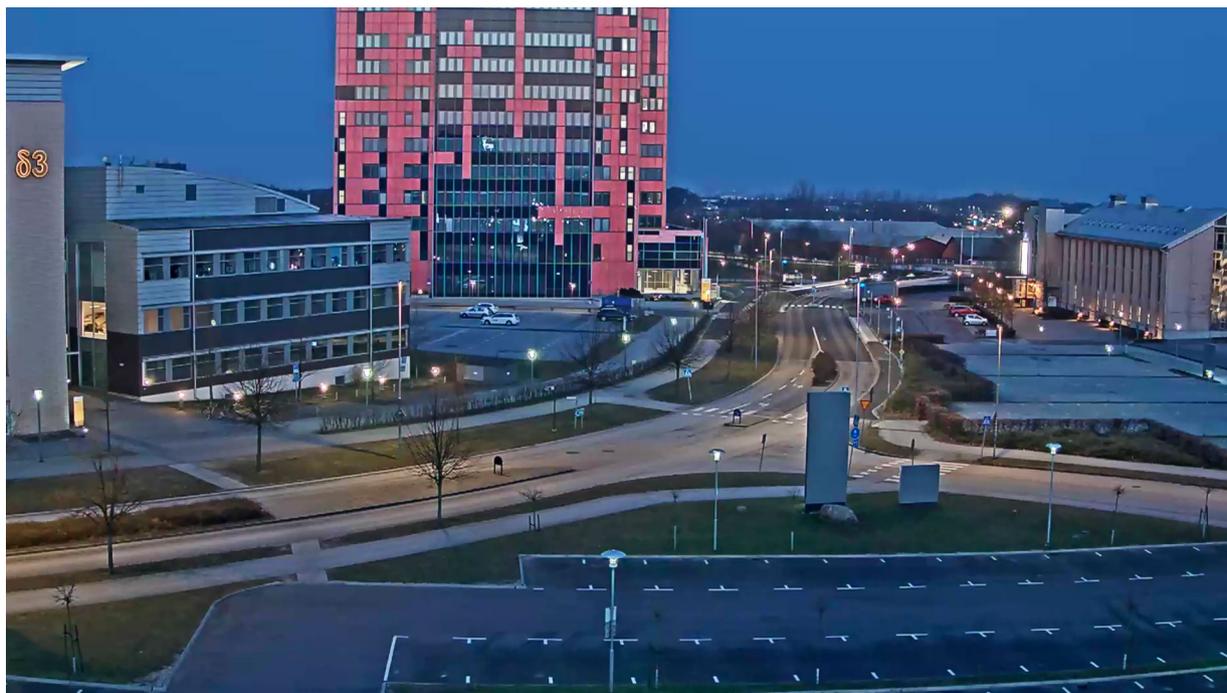


Figure 2. Instantánea de un vídeo nocturno en la que una cámara Lightfinder utiliza de forma óptima la luz existente.

3.2 Intensidad de la luz en lux

La intensidad de la luz puede cuantificarse fotométricamente en términos de iluminancia, o flujo luminoso por unidad de superficie. El nivel de iluminancia se basa en la intensidad radiométrica absoluta (irradiancia medida en W/m^2) de la luz. Sin embargo, la iluminancia también incorpora un factor de corrección basado en la función de sensibilidad del ojo humano, un modelo estandarizado de la percepción humana del brillo visual a diferentes longitudes de onda. Por tanto, la iluminancia representa la intensidad de la luz tal y como la percibe el ojo humano. La iluminancia se mide en lux (lx), una unidad que equivale a un lumen por metro cuadrado.

La iluminación en escenas naturales suele ser compleja, ya que las sombras y las luces intensas se traducen en diferentes registros de luz en función de las zonas de la escena. Un nivel determinado de luz no indica la condición lumínica de la escena en su conjunto ni dice nada sobre la dirección de la luz. Sin embargo, las mediciones de la intensidad de la luz son una herramienta de gran valor para realizar una estimación de las condiciones lumínicas y comparar diferentes escenas. La siguiente tabla enumera los valores en lux típicos de determinadas condiciones lumínicas.

Tabla 3.1 Valores en lux para diferentes condiciones.

| Intensidad de luz | Descripción |
|-------------------|---------------------------------|
| 0,05–0,3 lux | Noche despejada con luna llena |
| 1 lux | Vela a 1 m |
| 80 lux | Pasillo de edificio de oficinas |

Tabla 3.1. Valores en lux para diferentes condiciones. (Continuación)

| | |
|-------------|----------------------|
| 500 lux | Luz de oficina |
| 10 000 lux | Luz natural completa |
| 100 000 lux | Luz solar intensa |

3.3 La sensibilidad a la luz, sinónimo de iluminación mínima

Muchos fabricantes especifican la sensibilidad a la luz de una cámara de red como el nivel mínimo de iluminación necesario para obtener una imagen aceptable. Aunque estas especificaciones resultan útiles para comparar la sensibilidad a la luz de cámaras de un mismo fabricante, es necesario adoptar más precauciones a la hora de comparar productos de diferentes fabricantes. Al no existir ningún criterio universal para medir la iluminación mínima, cada fabricante tiene su propio método para determinar qué puede considerarse una imagen aceptable.

4 Principios básicos de la tecnología Lightfinder

La tecnología Lightfinder combina a la perfección unos componentes óptimos de alta calidad y ajustados al milímetro con una avanzada tecnología de procesamiento de imagen en un sistema en chip diseñado

específicamente para aplicaciones de vigilancia. Y la tecnología Lightfinder evoluciona a medida que esta plataforma va mejorando.

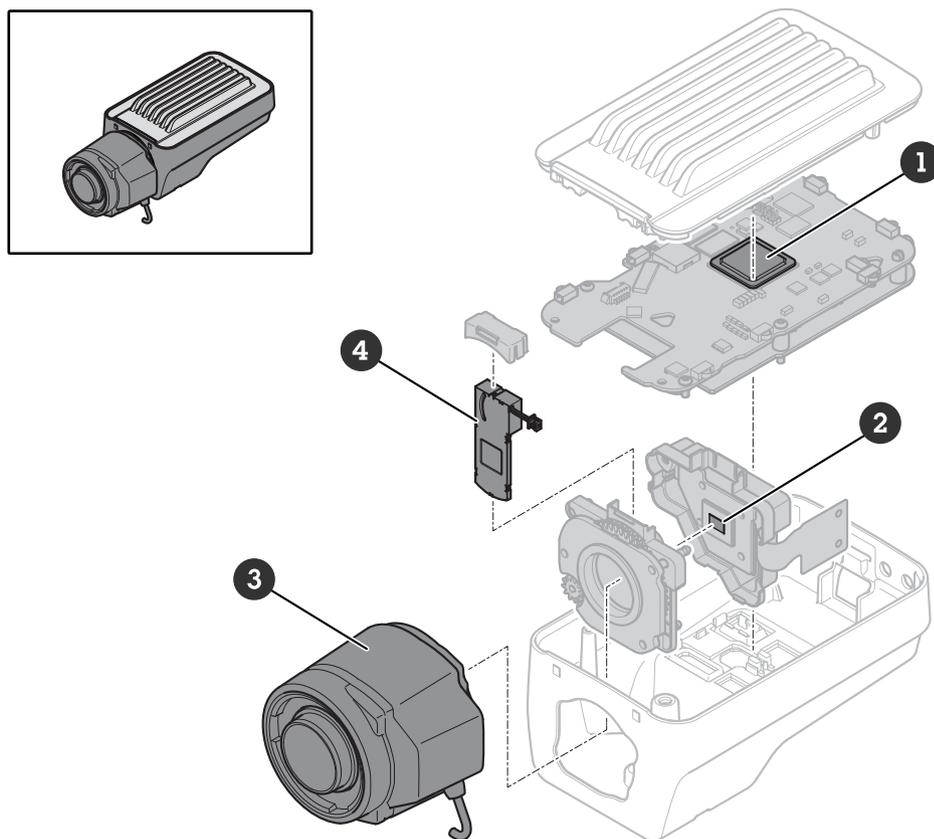


Figure 3. Vista detallada de una cámara de red Axis. En la imagen aparecen resaltados los componentes optimizados por la tecnología Lightfinder: (1) sistema en chip con módulo de procesamiento de señal de imagen (ISP) integrado, (2) sensor de imagen, (3) objetivo y (4) filtros.

Una vez captada la luz y enfocada utilizando un objetivo de alta calidad, llega al sensor de imagen, una pieza clave en cualquier cámara digital. El sensor es un componente electroóptico, formado por una serie de detectores de fotones sensibles a la luz, que convierten la luz en señales eléctricas. Todos los productos Lightfinder incorporan un sensor CMOS especial altamente sensible y con unas características optimizadas para aplicaciones de vigilancia.

Tan importantes como el sensor de imagen son los algoritmos de procesamiento de imagen digital integrados en el módulo ISP del sistema en chip. El chip está diseñado específicamente para videovigilancia y se fabrica utilizando las últimas tecnologías ASIC disponibles, lo que garantiza el máximo número de pilares digitales. Los algoritmos, aplicados en tiempo real, eliminarán el ruido, recuperarán los colores y aclararán todas las imágenes, para obtener el vídeo más aprovechable incluso de los sensores de señal más pequeños. Sin embargo, siempre se prioriza la preservación del contenido de la imagen por encima de un filtrado excesivo, que podría eliminar detalles clave. En aplicaciones de vigilancia, es vital que los algoritmos de imagen no destruyan la información forense de la escena. Los algoritmos deben tener un comportamiento estable y predecible y nunca deben introducir información adicional a la imagen para mejorar su efecto visual.

Una minuciosa evaluación de todos los elementos de la trayectoria óptica y una optimización de todos los algoritmos digitales permiten obtener un rendimiento excepcional de la cámara en la mayoría de las condiciones de iluminación, incluso con poca luz, la situación que plantea mayores desafíos. En los

productos Lightfinder, el objetivo y el sensor se combinan con otros componentes ópticos, normalmente filtros de objetivo, para maximizar la sensibilidad a la luz y la resolución y, al mismo tiempo, evitar los artefactos. Las tecnologías Lightfinder y Axis Zipstream trabajan en perfecta sincronía para hacer posible una compresión precisa, que conserve los detalles de la imagen y, a la vez, permita generar un vídeo con una baja velocidad de bits de promedio y un coste del almacenamiento inferior.

5 Principales ventajas de Lightfinder

Gracias a la tecnología Lightfinder la cámara puede reproducir los colores en escenas con muy poca luz y también generar vídeo de alta calidad, con poco ruido y una distorsión por movimiento mínima. El motivo es que la extrema sensibilidad a la luz permite reducir el tiempo de exposición.

5.1 Vídeo en color para una identificación precisa con una luz mínima

En esos momentos donde apenas hay luz y en el que otras cámaras de día y noche se pasarían al modo nocturno y al vídeo en escala de grises, las cámaras con Lightfinder siguen con el modo de día y ofreciendo vídeo en color. En la videovigilancia, el color puede ser de vital importancia para una correcta identificación de personas, vehículos o incidentes. Poniendo en manos del operador la posibilidad de identificar con rapidez y precisión el color de una prenda de ropa o un vehículo, la tecnología Lightfinder permite unas intervenciones rápidas y una identificación precisa.

5.1.1 Ejemplos de Lightfinder con diferentes niveles de luz

Para ilustrar las posibilidades de la tecnología Lightfinder con poca luz, este apartado incluye imágenes de secuencias de vídeo captadas por una cámara Lightfinder en un estudio con una iluminación extremadamente controlada.

La cámara de red AXIS Q1645, equipada con un objetivo F0.9 con una sensibilidad a la luz extrema, se situó a 10 m de una serie de objetos con gran variedad de colores. La cámara aplicó un tiempo de exposición de 1/30, suficiente para capturar objetos en movimiento, y se desactivó la opción WDR.

La primera figura muestra la escena reproducida por la cámara con unos niveles de luz de entre 1,5 lux (medidos alrededor del triciclo) y 5 lux (medidos en torno a la cintura de los maniqués). Merece la pena destacar que a simple vista (también a 10 m de los objetos, junto a la cámara) la percepción de la escena era considerablemente más oscura de lo que sugiere la imagen, incluso dejando un tiempo al ojo

para adaptarse. El ojo era capaz de distinguir los colores, pero los niveles de luz podían considerarse como "molestamente bajos".



Figure 4. Escena de estudio con una intensidad de la luz de entre 1,5 lux (en el triciclo) y 5 lux (a la altura de la cintura de los maniquíes). La cámara Lightfinder generó una imagen con unos colores claros y un brillo engañoso. El ojo humano también era capaz de distinguir el color, pero la percepción era de una escena muy oscura.

Las tres imágenes siguientes presentan fragmentos de la misma escena grabada con la misma configuración, pero con unos niveles de luz cada vez más bajos. A aproximadamente 0,5 lux, el ojo humano perdía la visión en color, mientras que la cámara con Lightfinder continuaba reproduciendo unos colores intensos. De hecho, la cámara con Lightfinder consiguió mantener la visión en color, aunque con una intensidad ligeramente inferior, hasta los niveles de luz más bajos probados, de 0,02 a 0,08 lux. A estos niveles, el ojo

humano no fue capaz de percibir ningún color ni detalle y la imagen de la escena era de una oscuridad casi absoluta y solo los objetos más claros podían distinguirse mínimamente.



Figure 5. 0,2 lux-0,7 lux medidos en los objetos. La cámara con Lightfinder permite obtener unos colores intensos. Para el ojo humano, la visión en color apenas era posible y podían distinguirse sobre todo superficies con colores claros, aunque con poco detalle.



Figure 6. 0,1 lux-0,3 lux medidos en los objetos. La cámara con Lightfinder obtiene una imagen en color menos nítida, pero con un buen nivel de detalle. El ojo humano no podía distinguir las superficies más oscuras ni percibir detalles ni colores.



Figure 7. 0,02 lux-0,08 lux medidos en los objetos. La cámara Lightfinder obtiene una imagen oscura, con colores menos intensos pero distinguibles. El ojo humano solo podía distinguir vagamente las superficies más claras, sin poder percibir detalles ni colores de ningún tipo.

5.2 Otras ventajas vinculadas al tiempo de exposición y al tamaño de la apertura

La extrema sensibilidad a la luz de una cámara Lightfinder puede aportar ventajas no solo en las escenas más oscuras, sino en cualquier escena con unos niveles de luz más bajos que en una oficina interior estándar. Al necesitar menos luz para obtener una imagen de calidad, una cámara Lightfinder puede utilizar un tiempo de exposición más corto, lo que minimiza el ruido y la borrosidad, o bien utilizar una apertura del objetivo más pequeña, lo que se traduce en otras ventajas.

Por ejemplo, la tecnología Lightfinder permite:

- reducir la distorsión por movimiento (gracias a un tiempo de exposición más corto)
- recortar el ruido (también utilizando un tiempo de exposición corto)
- utilizar teleobjetivos más largos (que normalmente requieren un tiempo de exposición más corto para obtener buenos resultados)
- aumentar la profundidad de campo (utilizando una menor apertura en el objetivo)
- reducir el ruido (utilizando menos ganancia digital)
- mejorar la eficacia de la tecnología WDR (lo que se traduce en menos ruido) en las partes oscuras de la imagen

El tiempo de exposición es el periodo de tiempo que emplea el sensor de la cámara para capturar los fotones (y convertirlos en señales eléctricas) antes de que pueda calcularse el número de electrones

resultante para cada píxel y usarse para formar una imagen. A continuación, se borra la información de todos los píxeles del sensor y vuelve a empezar la captura de fotones.

Las escenas con poca luz normalmente requieren unos tiempos de exposición más largos para que el sensor pueda capturar suficientes fotones para obtener una imagen utilizable. Si el tiempo de exposición es demasiado corto y la imagen demasiado oscura es posible aumentar el brillo digitalmente, pero el inconveniente es que entonces también aumenta el ruido. Sin embargo, con un tiempo de exposición largo cualquier objeto que se mueva deprisa puede quedar borroso en la imagen, ya que se desplaza por delante del sensor durante el intervalo de exposición. Este fenómeno, llamado distorsión por movimiento, es habitual en escenas con poca luz.



Figure 8. Un tiempo de exposición largo puede provocar una distorsión por movimiento visible. En esta instantánea, la matrícula podría haberse leído correctamente de haberse utilizado un tiempo de exposición más corto.

Como la tecnología Lightfinder permite unos tiempos de exposición más cortos, ayuda a reducir la distorsión por movimiento. Esta ventaja resulta de gran importancia si se necesita una resolución importante (para apreciar los detalles del objeto en movimiento). Otra forma de reducir la distorsión por movimiento puede ser la colocación de la cámara más lejos del objeto en movimiento o la utilización de un objetivo gran angular. En estos casos, un objeto en movimiento pasará por delante de un número inferior de píxeles del sensor, aunque tenga la misma velocidad.

Otra de las ventajas de Lightfinder es que puede usarse para aumentar la profundidad de campo de una imagen, ya que permite usar una apertura de objetivo inferior. Con poca luz, resulta recomendable utilizar una apertura más grande, para captar más luz durante el tiempo de exposición. Sin embargo, a causa de las leyes de la física que rigen la óptica y el trazado de haces, una apertura más grande también se traduce en una profundidad de campo inferior, lo que significa que la parte de la escena que puede enfocarse en un instante preciso tiene una superficie inferior. Con la tecnología Lightfinder, el tiempo de exposición puede ser más corto, lo que permite utilizar una apertura más pequeña y obtener una profundidad de campo superior.

6 Lightfinder 2.0

A fecha de mayo de 2019, cada vez más cámaras de red Axis incorporan Lightfinder 2.0. Esta nueva generación de la tecnología, disponible en cámaras con el sistema en chip ARTPEC-7, representa un paso adelante en la evolución de Lightfinder.

6.1 Ventajas

Gracias a un diseño totalmente nuevo del flujo de procesamiento de imagen, la tecnología Lightfinder 2.0 permite obtener imágenes todavía más nítidas y con menos artefactos. Más allá de mejorar la sensibilidad global a la luz de la cámara, la tecnología Lightfinder 2.0 también abre la puerta a una reproducción del color más precisa, un balance de blancos mejorado y nuevas posibilidades para realzar las sombras y los objetos oscuros.

La tecnología Lightfinder 2.0 incluye también nuevos ajustes para controlar el filtrado espacial y temporal. Esta opción resulta especialmente práctica para usuarios avanzados, que necesitan optimizar la imagen pensando en aplicaciones de analítica concretas.

6.2 Ejemplo

La siguiente imagen es una instantánea de una prueba de videovigilancia de una cámara Axis con Lightfinder 2.0. En la imagen no se aprecia nada extraordinario, si uno no sabe lo oscura que era en realidad la escena. La persona que puede apreciarse en la imagen, de pie bajo el puente, midió una intensidad de la luz de solo 0,05 lux. La tecnología Lightfinder 2.0 permite reproducir esta imagen tan oscura como si fuera a plena luz del día.

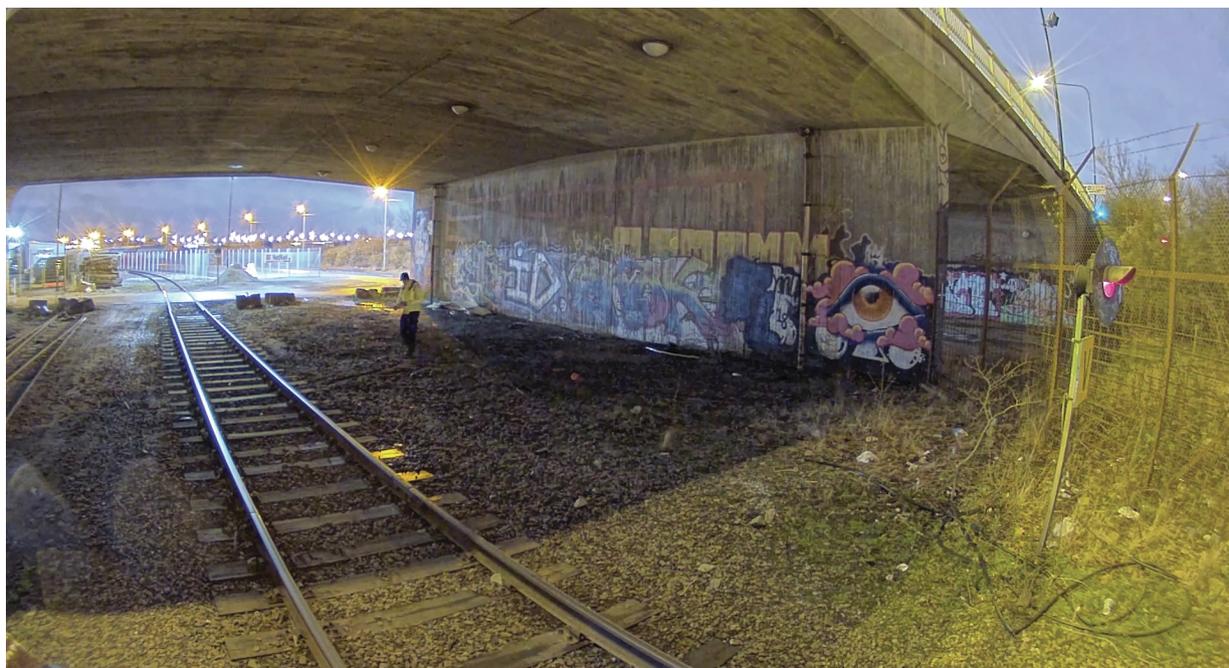


Figure 9. Una imagen nítida, clara y con color obtenida con una cámara con Lightfinder 2.0, con una intensidad de la luz de solo 0,05 lux bajo el puente.

A modo de comparación, la siguiente imagen muestra una instantánea de la misma escena, en la que la imagen se ha manipulado para emular la visión del ojo humano. Para una persona situada junto a

la cámara con Lightfinder 2.0, la zona debajo del puente era muy oscura, aunque todavía era posible distinguir algunos detalles.



Figure 10. Esto es lo que podían ver las personas en la escena. La imagen se ha manipulado para emular la oscuridad experimentada por el ojo humano.

La siguiente imagen es de la misma escena, pero capturada por un smartphone actual. Naturalmente, los smartphones no optimizan las imágenes para fines de vigilancia, pero la oscuridad absoluta de la zona situada bajo el puente permite hacerse una idea general del nivel de oscuridad de la escena.



Figure 11. La misma escena capturada por un iPhone 8.

Acerca de Axis Communications

Axis contribuye a crear un mundo más inteligente y seguro a través de soluciones para mejorar la seguridad y el rendimiento empresarial. Como empresa de tecnología de red y líder del sector, Axis ofrece soluciones de videovigilancia, control de acceso y sistemas de audio e intercomunicación. Se ven reforzadas por aplicaciones de análisis inteligentes y respaldadas por formación de alta calidad.

Axis tiene alrededor de 4000 empleados dedicados en más de 50 países y colabora con socios de integración de sistemas y tecnología en todo el mundo para ofrecer soluciones personalizadas. Axis se fundó en 1984 y la sede está en Lund, Suecia