

Lightfinder

Desempenho excepcional em condições de pouca iluminação

Julho 2026

Resumo

A tecnologia Axis Lightfinder dá a uma câmera em rede sensibilidade extrema à luz. Em condições de pouca luz, nas quais outras câmeras diurnas e noturnas mudariam para o modo noturno e para vídeo em escala de cinza, as câmeras com Lightfinder continuam no modo diurno e transmitindo imagens em cores. E em situações de monitoramento, a cor pode ser o fator crítico para a identificação de uma pessoa, um objeto ou um veículo.

O Lightfinder agrega valor não apenas aos cenários mais escuros, mas em todos os lugares onde os níveis de luz são mais baixos do que a iluminação interna normal. Como precisa de menos luz para produzir uma boa imagem, uma câmera com Lightfinder pode, por exemplo, usar um tempo de exposição mais curto e, assim, reduzir ao mínimo o desfoque e o ruído.

A tecnologia Lightfinder consiste em uma combinação perfeitamente ajustada de componentes ópticos de primeira linha e nosso sistema em chip (SoC) proprietário, com algoritmos sofisticados de processamento digital de imagem incorporados. À medida que todos esses elementos básicos do Lightfinder melhoram regularmente, a tecnologia Lightfinder também está em constante evolução. O conceito do Lightfinder 2.0 representa um passo nessa evolução, com maior sensibilidade à luz, reprodução de cores mais realista e configurações personalizadas para usuários avançados.

O Lightfinder baseia-se no extenso conhecimento em processamento de cores, filtragem e ajuste. As tecnologias Lightfinder e Zipstream da Axis são combinadas para proporcionar uma compressão extremamente cuidadosa, que preserva os detalhes da imagem ao mesmo tempo em que produz vídeos com uma taxa de bits média baixa e necessidades de armazenamento reduzidas.

Índice

1	Introdução	4
2	Faça-se a luz - um plano de fundo	4
2.1	Detecção de luz	4
2.2	Intensidade de luz em lux	5
2.3	Sensibilidade à luz especificada como iluminação mínima	6
3	Principais elementos da tecnologia Lightfinder	6
4	Veja em condições de pouca luz	7
4.1	O impacto de um tempo de exposição mais curto	8
4.2	O impacto de uma abertura maior da lente	8
5	Veja cores em condições de pouca luz	8
5.1	Exemplos em diferentes níveis de iluminação	8
5.1.1	Lightfinder a 1-1,6 lux	8
5.1.2	Lightfinder a 0,11-0,17 lux	9
6	Captura em movimento	10
7	Redução do espaço de armazenamento e do consumo de energia	10
8	Lightfinder 2.0	11

1 Introdução

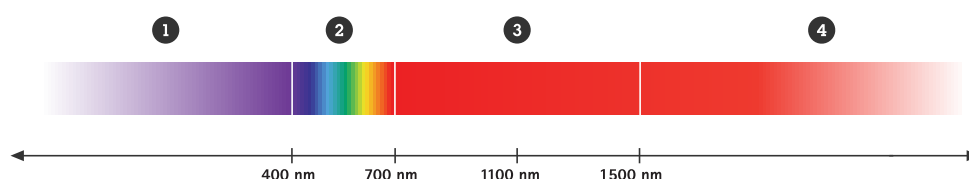
Lightfinder é uma tecnologia da Axis que permite que uma câmera produza vídeo de alta qualidade em condições de pouca luz, com baixo ruído e desfoque por movimento mínimo. A extrema sensibilidade à luz permite até mesmo a gravação de vídeo colorido mesmo nos níveis mais baixos de iluminação. A tecnologia é o resultado de uma combinação única do sensor certo e da lente certa, além de algoritmos de processamento de imagem otimizados em um chip de última geração.

As câmeras com a tecnologia Lightfinder são úteis em todas as aplicações exigentes de videomonitoramento em condições de pouca luz, como estacionamento, monitoramento urbano, campos universitários e canteiros de obras, onde a nitidez ou a cor do vídeo podem aumentar substancialmente a possibilidade de identificar pessoas, veículos ou incidentes.

Este white paper descreve os fundamentos e os principais benefícios da tecnologia Lightfinder. A qualidade da imagem é exemplificada por instantâneos de vídeo com Lightfinder em uma cena com pouca luz e iluminação controlada. No entanto, para oferecer um entendimento técnico completo, vamos começar discutindo as noções básicas de luz, detecção de luz e medições de luz.

2 Faça-se a luz - um plano de fundo

A luz consiste em pacotes discretos de energia eletromagnética, chamados fótons. Esses têm diferentes níveis de energia ou comprimentos de onda. Dentro do intervalo de energia de luz visível, diferentes comprimentos de onda representam as diferentes cores de uma luz.



Partes do espectro eletromagnético: luz ultravioleta (UV) (1), luz visível (2), luz do infravermelho próximo (NIR) (3) e luz infravermelha (IR) (4).

2.1 Detecção de luz

O olho humano pode detectar luz (fótons) com comprimentos de onda entre aproximadamente 400 nm e 700 nm (o espectro visível). O olho tem dois tipos de receptores de luz, os bastonetes e os cones, que são otimizados para detectar luz de diferentes intensidades e comprimentos de onda. Os cones fornecem uma visão das cores, mas exigem luz forte (uma boa quantidade de fótons) para detectar qualquer coisa. Os bastonetes, no entanto, são capazes de detectar níveis muito baixos de luz (apenas alguns fótons são suficientes), mas, como não conseguem distinguir entre comprimentos de onda, não fornecem nenhuma informação sobre a cor. Por isso o olho humano perde a visão das cores quando a iluminação é reduzida: os cones não captam nada, mas os bastonetes sim.

Em uma câmera digital, o equivalente aos bastonetes e cones do olho são os milhões de pontos fotossensíveis (pixels) no sensor de imagem. Além de detectar fótons de luz visível, o sensor de uma câmera digital também se beneficia da capacidade de detectar fótons de comprimentos de onda ligeiramente maiores (700–1.000 nm) na região do infravermelho próximo (NIR) do espectro. A luz NIR está normalmente presente tanto na luz solar quanto na luz artificial.

Quando os níveis de luz visível são muito baixos, uma câmera digital (uma câmera dia e noite com filtro de bloqueio de infravermelho removível) ainda pode usar a luz NIR disponível para produzir imagens. No entanto, essa luz não contém informações de cor; portanto, em níveis muito baixos de luz visível, tanto o olho humano quanto uma câmera dia e noite comum apenas conseguem fornecer imagens em escala de cinza. Você pode saber mais sobre infravermelho (IR) e câmeras dia e noite no *artigo técnico "IR no monitoramento"*.

Uma câmera com Lightfinder, entretanto, mantém a visão colorida e continua produzindo imagens coloridas mesmo quando a iluminação cai para níveis bem abaixo dos quais o olho humano pode distinguir as cores.



Captura de uma câmera com a tecnologia Lightfinder, que aproveita ao máximo a luz disponível à noite.

As câmeras com Lightfinder também podem ser complementadas com iluminadores infravermelhos e usar o modo noturno das câmeras. As imagens infravermelhas em escala de cinza no modo noturno podem ser extremamente valiosas, por exemplo, na análise de vídeo. Em muitos casos, no entanto, o vídeo em modo diurno, com suas cores e aparência natural, fornece mais informações forenses.

2.2 Intensidade de luz em lux

A intensidade de luz pode ser quantificada fotometricamente como iluminância ou fluxo luminoso por área. A quantidade de iluminância é baseada na intensidade absoluta e radiométrica (irradiância medida em W/m^2) da luz. No entanto, a iluminância também inclui a ponderação de acordo com a função de sensibilidade do olho humano, um modelo padronizado de percepção do brilho visual humano em diferentes comprimentos de onda. Isso significa que a iluminância representa a intensidade de luz da forma como é percebida pelo olho humano. A iluminância é medida em lux (lx), com um lux igual a um lúmen por metro quadrado.

A iluminação em cenas naturais é muitas vezes complexa, com sombras e reflexos proporcionando diferentes leituras de lux em diferentes partes da cena. Uma leitura de lux não indica a condição de luz da cena em geral, nem a direção da luz. Ou seja, as medições de intensidade de luz fornecem uma ferramenta valiosa para estimar as condições de luz e comparar as diferentes cenas. A tabela apresenta valores típicos de lux para diversas condições de iluminação.

Tabela 2.1 Valores típicos de lux em diferentes condições de iluminação.

Intensidade da luz	Condições de luminosidade
0,05 – 0,3 lux	Noite clara com lua cheia
1 lux	Luz de vela a 1 m
80 lux	Corredor do prédio de escritórios
500 lux	Luz de escritório

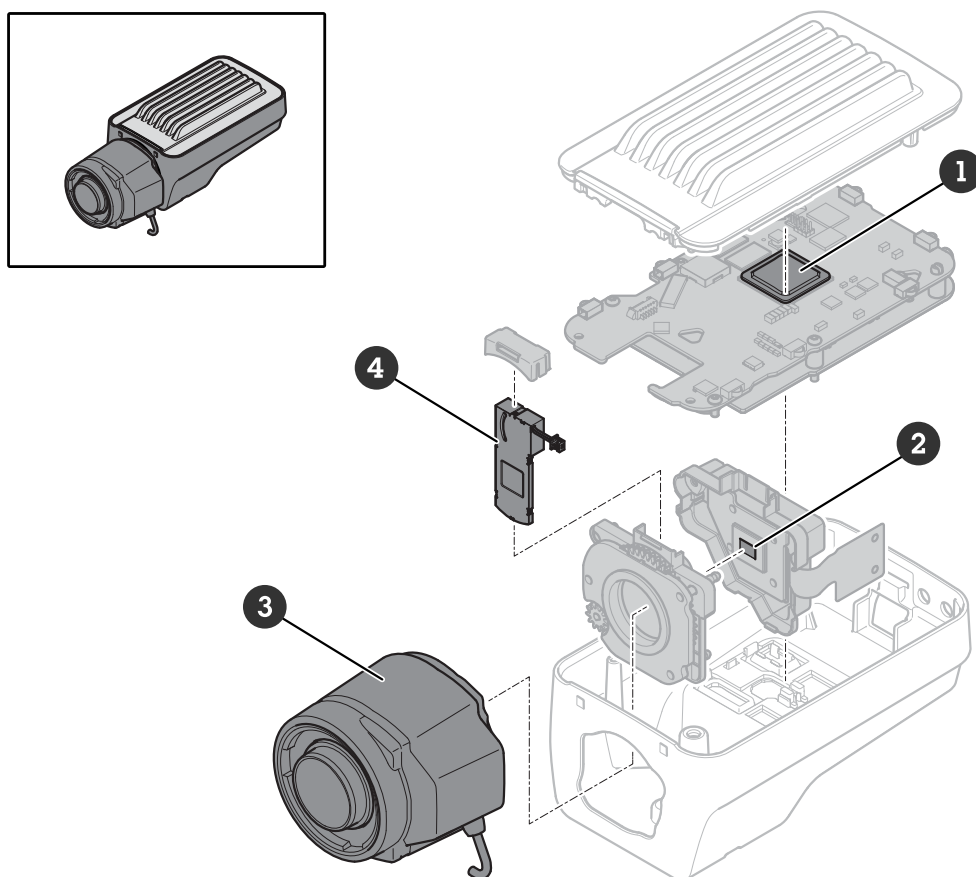
10.000 lux	Luz solar plena
100.000 lux	Luz solar forte

2.3 Sensibilidade à luz especificada como iluminação mínima

Muitos fabricantes especificam a sensibilidade à luz de uma câmera em rede como o nível mínimo de iluminação necessário para produzir uma imagem aceitável. Essas especificações ajudam a fazer comparações de sensibilidade de luz para câmeras produzidas pelo mesmo fabricante. As comparações similares entre produtos de diferentes fabricantes devem ser feitas com cautela. Como não há um padrão global para medir a iluminação mínima, diferentes fabricantes usam métodos e critérios distintos para indicar o que é uma imagem aceitável.

3 Principais elementos da tecnologia Lightfinder

A tecnologia Lightfinder é uma combinação bem-sucedida de componentes óticos aprimorados e de alta qualidade, além do processamento de imagem avançado em um sistema em chip projetado especificamente para monitoramento. À medida que esses componentes melhoram com regularidade, a tecnologia Lightfinder também evolui.



Vista explodida de uma câmera Axis. Os componentes destacados são aqueles otimizados pela tecnologia Lightfinder.

- 1 Sistema em chip (SoC) com módulo de processador de sinal de imagem (ISP) integrado
- 2 Sensor de imagem
- 3 Lente
- 4 Filtros

Depois que a luz é coletada e focalizada por uma lente de alta qualidade, ela alcança o sensor de imagem, que é uma parte importante de qualquer câmera digital. O sensor é um componente eletro-óptico composto de uma série de detectores de fótons sensíveis à luz, que a converte em sinais elétricos. Todos os produtos Lightfinder

são equipados com um sensor CMOS (sensor de semicondutor de óxido metálico complementar) especialmente selecionado e altamente sensível, com características ideais para monitoramento.

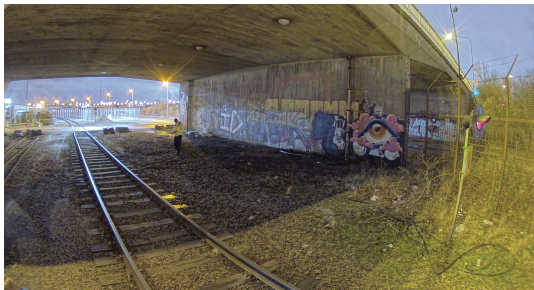
Tão importantes quanto o sensor de imagem são os algoritmos de processamento digital de imagens embutidos no módulo ISP (processador de sinal de imagem) do sistema em chip. O chip é projetado especificamente para videomonitoramento e é fabricado seguindo a mais recente tecnologia ASIC disponível, garantindo o número máximo de componentes digitais. Os algoritmos vão, em tempo real, remover ruídos, recuperar cores e clarear cada imagem para produzir o vídeo mais útil, até mesmo do sinal mais baixo do sensor. No entanto, a preservação do conteúdo da imagem é sempre priorizada em detrimento de uma filtragem extensiva, que pode remover detalhes indispensáveis. É especialmente importante, no âmbito do monitoramento, que os algoritmos de imagem não destruam as informações forenses presentes na cena. Os algoritmos devem ser bem comportados e previsíveis e nunca devem introduzir informações extra na imagem durante o processo de torná-las mais "agradáveis".

Ao avaliar cuidadosamente todos os elementos do caminho óptico e ajustar de forma ideal todos os algoritmos digitais, é possível obter um desempenho excepcional da câmera na maioria das condições de iluminação, sendo a baixa luminosidade o maior desafio. Nos produtos Lightfinder, a lente e o sensor são combinados com outros componentes ópticos, geralmente filtros de lente, para maximizar a sensibilidade e a resolução da luz, evitando artefatos. As tecnologias Lightfinder e Axis Zipstream são sintonizadas para gerar uma compressão mais precisa, que preservará os detalhes da imagem, produzirá vídeo com uma baixa taxa de bits média e reduzirá os custos de armazenamento.

4 Veja em condições de pouca luz

A extrema sensibilidade à luz de uma câmera com Lightfinder é vantajosa não apenas nas cenas mais escuras, mas em qualquer cena em que os níveis de luz sejam mais baixos do que em um ambiente interno típico. Como precisa de menos luz para produzir uma boa imagem, uma câmera com Lightfinder pode usar um tempo de exposição mais curto ou uma abertura menor da lente para obter ainda mais vantagens. Entre elas:

- Você pode usar lentes teleobjetivas de maior distância focal. Nesses casos, geralmente é necessário um tempo de exposição curto para evitar o desfoque por movimento e a trepidação da câmera.
- É possível usar câmeras de alta resolução em condições de pouca luz. Com o Lightfinder, eles podem usar um tempo de exposição mais curto sem os efeitos colaterais do ruído visual e do desfoque por movimento.
- Maior profundidade de campo, de modo que uma maior parte da cena fique em foco. Isso exige uma abertura menor da lente.
- Melhoria no desempenho do WDR, resultando em menos ruído visual nas partes escuras da cena.
- Menos ruído visual, pois é necessário menos ganho digital.

	
Lightfinder 2.0	A visão humana

Capturas de vídeo comparando uma cena filmada usando uma câmera com Lightfinder 2.0 e uma imagem processada para apresentar o que as pessoas presentes no local poderiam ter visto. A pessoa debaixo da ponte está medindo o nível de iluminação para que seja 0,05 lux.

4.1 O impacto de um tempo de exposição mais curto

O tempo de exposição é o período durante o qual o sensor da câmera captura fótons. Eles são convertidos em elétrons e a contagem de elétrons acumulada para cada pixel é medida e usada para formar uma imagem. Em seguida, todos os pixels do sensor são esvaziados de elétrons, e a captura de fótons é reiniciada. Cenas com pouca luz geralmente exigem tempos de exposição mais longos para que o sensor capture fótons suficientes para produzir uma imagem aproveitável, mas o Lightfinder permite um tempo de exposição mais curto. Se o tempo de exposição for muito curto e a imagem ficar muito escura, é possível clareá-la digitalmente, mas isso aumenta o ruído visual.

4.2 O impacto de uma abertura maior da lente

Em condições de pouca luz, geralmente é necessário usar uma abertura maior na lente para conseguir captar luz suficiente durante a exposição. Devido ao funcionamento da óptica e do ray tracing (traçado de raios), uma abertura maior traz a desvantagem de uma profundidade de campo menor, o que significa que apenas uma parte mais curta da cena fica em foco. Mas, graças à maior sensibilidade à luz proporcionada pelo Lightfinder, é possível usar uma abertura menor, o que permite uma maior profundidade de campo sem muito ruído visual.

5 Veja cores em condições de pouca luz

Em condições de pouca luz, quando outras câmeras dia-noite mudam para o modo noturno e exibem vídeo em escala de cinza, as câmeras com Lightfinder permanecem no modo diurno para fornecer vídeo colorido contínuo. Esse detalhe de cor pode ser fundamental no monitoramento. Ao permitir que os operadores relatem detalhes específicos, como a cor de um veículo ou de uma capa, o Lightfinder contribui para tempos de resposta mais rápidos e uma identificação mais precisa.

5.1 Exemplos em diferentes níveis de iluminação

Para ilustrar a capacidade de reproduzir cores em condições de pouca luz, esta seção inclui imagens de sequências de vídeo filmadas por câmeras equipadas com o Lightfinder em um estúdio com iluminação extremamente controlada.

A comparação inclui três câmeras:

- uma câmera com Lightfinder 2.0 (AXIS Q1726 com lente F1.1)
- uma câmera com Lightfinder (AXIS M2035 com lente F1.4)
- uma terceira câmera configurada para reproduzir a percepção de escuridão da cena pelo olho humano

As câmeras foram posicionadas a 2–3 m de um arranjo de manequins e objetos coloridos.

Observação: Idealmente, a sensibilidade à luz de uma câmera deveria ser avaliada quando há movimento na cena, o que não é o caso aqui, já que são usadas imagens estáticas para mostrar a diferença. As imagens foram reduzidas, e a qualidade do monitor ou da impressão também pode afetar a forma como elas são percebidas.

5.1.1 Lightfinder a 1–1,6 lux

A cena apresentava níveis de iluminação entre 1 lux (no triciclo) e 1,6 lux (na altura da cintura do manequim).



Lightfinder 2.0



Lightfinder



A visão humana

- A câmera com Lightfinder 2.0 apresentou cores nítidas e uma imagem brilhante.
- A câmera com Lightfinder apresentou cores nítidas e algum ruído granulado.
- O olho humano percebeu a cena como sendo muito escura.

5.1.2 Lightfinder a 0,11-0,17 lux

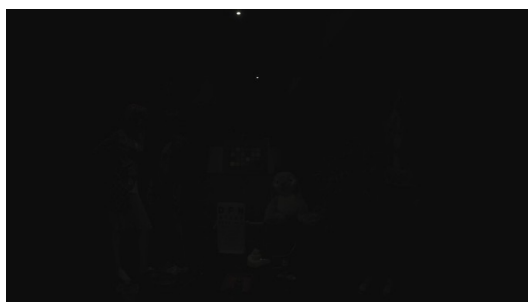
A cena apresentava níveis de iluminação entre 0,11 lux (no triciclo) e 0,17 lux (na altura da cintura do manequim).



Lightfinder 2.0



Lightfinder



- A câmera com Lightfinder 2.0 apresentou cores pouco vibrantes. Todos os objetos permanecem visíveis, inclusive os que estão ao fundo.
- A câmera com Lightfinder produziu uma imagem colorida, escura e granulada. É possível distinguir os objetos em primeiro plano.
- O olho humano percebia a cena como estando na mais completa escuridão, e nenhum objeto podia ser visto.

6 Captura em movimento

O desfoque por movimento é um problema comum em cenas com pouca luz, nas quais geralmente é necessário um tempo de exposição longo. Esse fenômeno ocorre quando a velocidade do obturador é lenta demais para "congelar" um objeto em movimento, fazendo com que sua imagem seja distribuída por vários pixels durante o intervalo de exposição. Se a cena permitir, você pode reduzir o desfoque por movimento colocando a câmera mais distante do objeto em movimento ou usando uma lente grande angular. Isso fará com que o objeto se desloque por um número menor de pixels no sensor de imagem.

O Lightfinder reduz o desfoque por movimento, permitindo tempos de exposição mais curtos. Ele permite visualizar imagens congeladas com muito pouco desfoque, facilitando a identificação de pessoas ou veículos e a avaliação de incidentes.



Um tempo de exposição longo pode causar desfoque por movimento visível. Nesta captura, a placa do veículo poderia ter ficado legível com um tempo de exposição mais curto.

7 Redução do espaço de armazenamento e do consumo de energia

O Lightfinder oferece imagens coloridas nítidas e confiáveis, sem a necessidade de LEDs externos ou iluminação adicional. Juntamente com outras tecnologias de otimização de iluminação da Axis, o Lightfinder pode ajudar você a economizar energia e reduzir a poluição luminosa.

As tecnologias Axis Lightfinder e Axis Zipstream foram projetadas para atuarem em conjunto, aplicando compressão de forma a preservar detalhes importantes da imagem e, ao mesmo tempo, manter baixas as taxas

médias de bits. Isso reduz seus custos de armazenamento e aumenta ainda mais a sustentabilidade da solução de monitoramento.

8 Lightfinder 2.0

Um número cada vez maior de câmeras da Axis usa o Lightfinder 2.0. Essa evolução do Lightfinder está disponível na maioria das câmeras equipadas com o sistema em chip proprietário ARTPEC-7 e versões posteriores do ARTPEC.

Devido a uma reformulação completa do fluxo de processamento de imagens, o Lightfinder 2.0 oferece imagens ainda mais nítidas e com menos artefatos. Além de melhorar a sensibilidade geral da câmera à luz, isso permite uma reprodução de cores mais precisa, um melhor equilíbrio de branco e maiores possibilidades de realçar sombras e objetos escuros. A tecnologia Lightfinder 2.0 também será fornecida com as novas configurações para controlar a filtragem temporal e espacial. Isso é especialmente útil para usuários avançados que precisam otimizar a imagem para análises específicas de vídeo.

Sobre a Axis Communications

A Axis possibilita um mundo mais inteligente e seguro, aprimorando a segurança, proteção, eficiência operacional e inteligência nos negócios. Como uma empresa de tecnologia em rede e líder do setor, a Axis oferece soluções de videomonitoramento, controle de acesso, intercomunicação e áudio. Essas soluções são aprimoradas por meio de aplicativos de análise inteligentes e apoiadas por treinamentos de alta qualidade.

A Axis conta com cerca de 5.000 funcionários dedicados, em mais de 50 países, e colabora com parceiros de tecnologia e integração de sistemas em todo o mundo para oferecer soluções aos clientes. A Axis foi fundada em 1984 e está sediada em Lund, na Suécia.