

WHITE PAPER

Lightfinder

Um desempenho impressionante em condições difíceis de luminosidade

Setembro 2021

Sumário

1	Resumo	3
2	Introdução	3
3	Faça-se a luz – um plano de fundo	4
	3.1 Detecção de luz	4
	3.2 Intensidade de luz em lux	5
	3.3 Sensibilidade à luz especificada como iluminação mínima	6
4	Principais elementos da tecnologia Lightfinder	6
5	Principais benefícios da tecnologia Lightfinder	8
	5.1 Vídeo em cores para uma identificação precisa em condições de luz extremamente baixa	8
	5.2 Outros benefícios relacionados ao tempo de exposição e tamanho da abertura	11
6	Lightfinder 2.0	12
	6.1 Vantagens	13
	6.2 Exemplo	13

1 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 uma menor quantidade de luz para produzir uma boa imagem, uma câmera com Lightfinder pode, por exemplo, usar um tempo de exposição menor e, assim, reduzir o borrão e o ruído ao mínimo.

Os recursos de pouca luz da Lightfinder são exemplificados neste white paper por imagens de um estúdio com iluminação extremamente bem controlada. Com uma intensidade de luz de 1,5 a 5 lux, a cena parecia muito escura ao olhos humanos, mas a câmera mostrou que a cena era enganosamente clara. Quando a intensidade de luz foi reduzida, o olho humano perdeu a visão de cores e os detalhes, isso quando a iluminação chegou a por volta de 0,5 lux, enquanto a câmera continuou gerando cores nítidas. Mesmo reduzida a 0,02 lux, quando as pessoas no local enxergavam praticamente um escuro completo, com apenas os objetos mais claros levemente perceptíveis, a câmera ainda transmitiu uma imagem colorida.

A tecnologia Lightfinder é uma combinação afiada de componentes ópticos de primeira categoria, como uma lente de alta qualidade e um sensor de imagem especialmente selecionado e otimizado para monitoramento. Algoritmos de processamento de imagens digitais são incorporados ao sistema no chip. À medida que todos esses componentes da Lightfinder melhoram com regularidade, a Lightfinder também evolui constantemente. O conceito de Lightfinder 2,0 representa um avanço nessa evolução, oferecendo maior sensibilidade à luz, uma reprodução de cores mais realista e ajuste personalizado para usuários avançados.

O Lightfinder baseia-se no extenso conhecimento em processamento de cores, filtragem e ajuste. As tecnologias Lightfinder e Axis Zipstream são sintonizadas para gerar uma compressão mais criteriosa, que preserva os detalhes da imagem, produz vídeo com uma baixa taxa de bits média e reduz os custos de armazenamento.

2 Introdução

O Lightfinder é uma tecnologia da Axis que permite que uma câmera em rede ofereça vídeo em cores de alta qualidade, até mesmo em condições de pouca luz. 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 em rede com Lightfinder são benéficas em todas as aplicações exigentes de monitoramento por vídeo com pouca luz, como estacionamentos, monitoramento urbano, campi e canteiros de obras, onde o vídeo em cores pode melhorar significativamente 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.

3 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. A figura abaixo mostra algumas das faixas de energia no espectro eletromagnético.

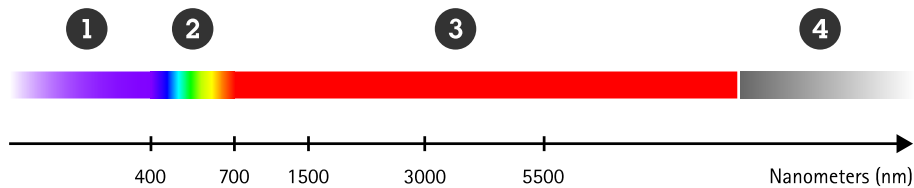


Figure 1. Parte do espectro eletromagnético com faixas de energia marcadas em comprimentos de onda (nanômetros). Da esquerda para a direita, as faixas de energia são: (1) luz ultravioleta, (2) luz visível, (3) luz infravermelha, (4) micro-ondas.

Observe que a faixa de energia infravermelha é dividida em: quase Infravermelho, infravermelho de ondas curtas, infravermelho intermediário, infravermelho de ondas longas e infravermelho distante.

3.1 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 possui dois tipos de detectores de luz, bastonetes e cones, que são otimizados para medir 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. No entanto, os bastonetes podem detectar níveis de luz muito baixos (apenas alguns fótons são suficientes), mas, como não conseguem distinguir os comprimentos de onda, não fornecem informações sobre as cores. 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, um sensor de câmera digital também se beneficia da capacidade de detectar fótons de comprimentos de onda ligeiramente maiores (700 a 1000 nm) na parte do espectro próxima ao infravermelho. A luz próxima ao infravermelho está normalmente presente na luz solar ou na luz artificial.

Quando os níveis de luz visível são muito baixos, uma câmera digital (uma câmera diurna e noturna com um filtro de corte IV removível) ainda pode usar a luz próxima ao infravermelho disponível para produzir imagens. No entanto, essa luz não tem informações de cor, portanto, em níveis muito baixos de luz visível, tanto o olho humano quanto uma câmera diurna e noturna comum podem gerar apenas imagens em tons de cinza.

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.

Câmeras com Lightfinder também podem ser complementadas com iluminadores IR e usar o modo noturno da câmera. As imagens de IR em escala de cinza do modo noturno podem ser muito úteis, como, por

exemplo, em aplicativos de análise de vídeo, mas em muitos casos de uso, o vídeo em modo diurno com suas cores e aparência natural é, sem dúvida, mais atraente.



Figure 2. Instantâneo de um vídeo em modo noturno no qual uma câmera com Lightfinder otimiza o uso da luz existente.

3.2 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 abaixo lista os valores comuns de lux referentes a uma variedade de condições de iluminação.

Tabela 3.1 Valores de lux referentes a várias condições.

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

Tabela 3.1. Valores de lux referentes a várias condições. (Continuação)

10.000 lux	Luz solar plena
100.000 lux	Luz solar forte

3.3 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.

4 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.

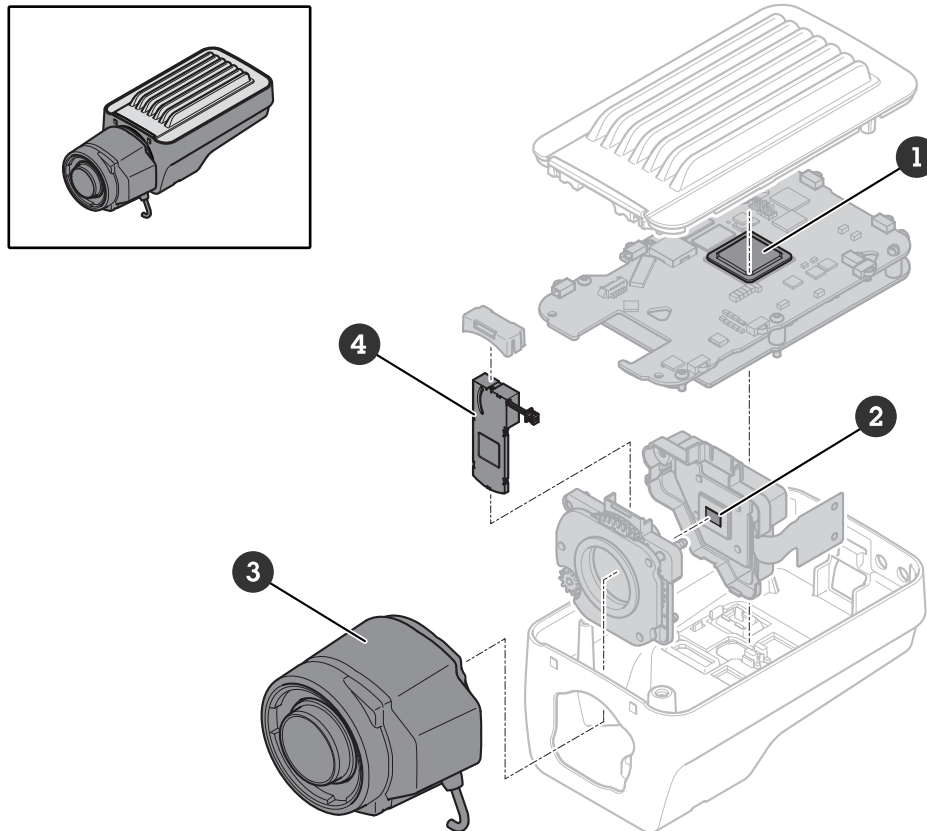


Figure 3. Perspectiva expandida de uma câmera em rede Axis. Os componentes destacados são aqueles otimizados na tecnologia Lightfinder: (1) sistema em chip com módulo de processamento de sinal de imagem integrado (ISP), (2) sensor de imagem, (3) lente e (4) filtros.

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 altamente sensível e especialmente selecionado, com ótimas características para monitoramento.

Tão importantes quanto o sensor de imagem são os algoritmos de processamento digital de imagens embutidos no módulo ISP 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 monitoramento que os algoritmos de imagem não destruam as informações forenses 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".

Avaliando cuidadosamente tudo no caminho óptico e ajustando de maneira ideal todos os algoritmos digitais, é possível obter um excelente desempenho da câmera na maioria das condições de iluminação, sendo a pouca luz o principal 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.

5 Principais benefícios da tecnologia Lightfinder

O Lightfinder permite que a câmera reproduza cores em cenas com muito pouca luz, mas também oferece vídeo de alta qualidade com baixo ruído e o mínimo possível de desfoque por movimento. Isso ocorre porque a extrema sensibilidade à luz permite um curto tempo de exposição.

5.1 Vídeo em cores para uma identificação precisa em condições de luz extremamente baixa

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 vídeo em cores. A cor no monitoramento por vídeo pode ser extremamente importante para a identificação eficaz de pessoas, veículos ou incidentes. Como fornece ao operador a possibilidade de comunicar de forma rápida e precisa a cor de roupas ou dos carros, a tecnologia Lightfinder pode permitir uma intervenção rápida e uma identificação precisa.

5.1.1 Exemplos da tecnologia Lightfinder em diferentes níveis de luz

Para exemplificar as capacidades de operar em ambientes com pouca luz da tecnologia Lightfinder, esta seção inclui imagens de sequências de vídeo filmadas por uma câmera com Lightfinder em um estúdio com iluminação extremamente bem controlada.

A AXIS Q1645 Network Camera, equipada com uma lente F0.9 extremamente sensível à luz, foi posicionada a 10 m de uma série de objetos coloridos. A câmera usou um tempo de exposição de 1/30, o que seria suficiente para capturar objetos em movimento. A WDR estava desligada.

A primeira figura mostra a cena reproduzida pela câmera em níveis de luz entre 1,5 lux (medidos em torno do triciclo) e 5 lux (medidos em torno das cinturas dos manequins). Observe que o olho humano (também a 10 m de distância dos objetos, ao lado da câmera) interpretou essa cena como significativamente mais

escura do que sugerido pela imagem, mesmo depois que teve tempo suficiente para se adaptar. O olho ainda pode discernir cores, mas os níveis de luz podem ser descritos como "desconfortavelmente baixos".



Figure 4. Cena de estúdio com intensidade de luz entre 1,5 lux (no triciclo) e 5 lux (na altura da cintura dos manequins). A câmera com Lightfinder entregou cores claras e uma imagem surpreendentemente brilhante. O olho humano também poderia discernir as cores, mas percebeu que a cena estava muito escura.

As três imagens a seguir mostram imagens cortadas da mesma cena filmada com a mesma configuração, mas em níveis de luz progressivamente mais baixos. O olho humano perdeu a visão de cores a cerca de 0,5 lux e a câmera com Lightfinder continuou a reproduzir cores brilhantes. Na verdade, a câmera com Lightfinder manteve sua visão em cores, embora relativamente reduzida, até os níveis mais baixos de luz

testados de 0,02 a 0,08 lux. Nesses níveis, o olho humano não consegue detectar cores e detalhes, e a cena parece quase completamente escura, com apenas os objetos mais claros levemente discerníveis.



Figure 5. 0,2 lux - 0,7 lux medidos nos objetos. A câmera com Lightfinder fornece cores brilhantes. Para o olho humano, a visão em cores era questionável e as principais superfícies claras podiam ser discernidas, com muito poucos detalhes.



Figure 6. 0,1 lux - 0,3 lux medidos nos objetos. A câmera com Lightfinder fornece uma imagem colorida menos nítida, mas ainda muito detalhada. O olho humano não conseguia discernir as superfícies mais escuras e não identificava detalhes ou cores.



Figure 7. 0,02 lux - 0,08 lux medidos nos objetos. A câmera com Lightfinder fornece uma imagem escura com cores suaves, mas discerníveis. O olho humano só conseguia discernir vagamente as superfícies mais claras e não detectava detalhes ou cores.

5.2 Outros benefícios relacionados ao tempo de exposição e tamanho da abertura

A extrema sensibilidade à luz de uma câmera com Lightfinder pode ser benéfica não apenas nas cenas mais escuras, mas em qualquer uma em que os níveis de luz sejam mais baixos do que em um escritório interno comum. Com menos luz para produzir uma boa imagem, uma câmera com Lightfinder pode usar um tempo de exposição menor, o que minimiza o ruído e os borrões, ou pode usar uma abertura de lente menor, que apresenta outras vantagens.

Por exemplo, a tecnologia Lightfinder possibilita:

- reduzir o borrão de movimento (usando um tempo de exposição menor)
- reduzir o ruído (também usando um tempo de exposição menor)
- usar lentes teleobjetivas maiores (o que geralmente requer um tempo de exposição menor para obter um bom resultado)
- aumentar a profundidade de campo (usando uma abertura menor na lente)
- reduzir o ruído (usando menos ganho digital)
- melhorar o desempenho de WDR (o que significa menos ruído) nas partes escuras da imagem

O tempo de exposição é o período no qual o sensor da câmera captura fótons (e os converte em sinais elétricos), antes que a contagem de elétrons resultante de cada pixel seja medida e usada para formar uma imagem. Todos os pixels do sensor são apagados e a captura de fótons é iniciada novamente.

As cenas com pouca luz geralmente exigem tempos de exposição maiores, para que o sensor possa capturar fótons suficientes para produzir uma imagem utilizável. Se o tempo de exposição for muito curto e a imagem ficar muito escura, é possível iluminá-la digitalmente, mas não sem aumentar o ruído. Com um longo tempo de exposição, no entanto, qualquer objeto em movimento rápido pode ficar borrado na imagem à medida que se move pelo sensor durante o intervalo de exposição. Esse fenômeno é chamado de desfoque por movimento, um problema comum em cenas com iluminação limitada.



Figure 8. Um longo tempo de exposição pode causar um borrão visível. Neste instantâneo de vídeo, a placa de licença poderia ter ficado legível se um tempo de exposição menor tivesse sido usado.

Como a tecnologia Lightfinder permite tempos de exposição menores, ela pode reduzir o borrão. Isso é especialmente importante se uma alta resolução for necessária (detalhes de resolução do objeto em movimento). Outras maneiras de reduzir o borrão incluem afastar a câmera do objeto em movimento ou usar uma lente grande angular. Nesses casos, um objeto em movimento se moverá sobre um número menor de pixels no sensor, mesmo que tenha a mesma velocidade.

Outra vantagem da Lightfinder é que ela pode ser usada para aumentar a profundidade de campo em uma imagem, pois é possível usar uma abertura de lente menor com ela. Com pouca luz, é desejável usar uma abertura maior para coletar mais luz durante o tempo de exposição. No entanto, devido às leis da física que regem a óptica e o traçado de raios, a abertura maior também proporciona uma profundidade de campo menor, ou seja, uma parte menor da cena pode estar simultaneamente em foco. Com a tecnologia Lightfinder, o tempo de exposição pode ser menor, o que permite usar uma abertura menor e, assim, obter uma profundidade de campo maior.

6 Lightfinder 2.0

Em maio de 2019, um número cada vez maior de novas câmeras em rede Axis estão equipadas com a Lightfinder 2.0. Disponível em câmeras que usam o sistema ARTPEC-7 no chip, esse conceito representa um passo adiante na evolução da Lightfinder.

6.1 Vantagens

Devido a uma reformulação completa do pipeline de processamento de imagem, a tecnologia Lightfinder 2.0 fornece imagens ainda mais nítidas com menos artefatos. Além de melhorar a sensibilidade à luz geral da câmera, a tecnologia Lightfinder 2.0 também permite uma reprodução em cores mais precisa, um melhor equilíbrio de branco e maiores possibilidades de identificar 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 aplicações analíticas específicas.

6.2 Exemplo

A imagem a seguir é um instantâneo de um teste de videomonitoramento com uma câmera Axis com Lightfinder 2.0. Parece não haver nada de extraordinário em relação à imagem. Isso se você não sabe o quão escura a cena realmente era. A pessoa que pode ser vista na imagem, de pé sob a ponte, media a intensidade da luz, que chegava a apenas 0,05 lux. A tecnologia Lightfinder 2.0 reproduz esse local muito escuro como se estivesse repleto de luz do dia.



Figure 9. Uma imagem nítida, clara e colorida fornecida por uma câmera com Lightfinder 2.0, embora a intensidade da luz fosse de apenas 0,05 lux sob a ponte.

Em comparação, a próxima imagem mostra uma imagem instantânea da mesma cena. Nele, a imagem foi manipulada para mostrar o que o olho humano podia ver. Para uma pessoa ao lado da câmera com

Lightfinder 2.0, a área sob a ponte parecia muito escura, embora ainda fosse possível distinguir alguns detalhes.



Figure 10. Isso era o que as pessoas na cena podiam enxergar. A imagem foi manipulada para mostrar a escuridão da mesma maneira que experimentada pelo olho humano.

A próxima imagem é da mesma cena, porém capturada em um smartphone contemporâneo. Naturalmente, os smartphones não otimizam as imagens para fins de monitoramento, mas o fato da área sob a ponte ter ficado completamente escura dá uma ideia geral de quão escura a cena realmente era.



Figure 11. A mesma cena, mas capturada em um iPhone 8.

Sobre a Axis Communications

A Axis torna possível um mundo mais inteligente e seguro criando soluções de rede capazes de fornecer percepções para melhorar a segurança e novas maneiras de fazer negócios. Como líder do setor em vídeo em rede, a Axis oferece produtos e serviços de para sistemas de vigilância e análise de vídeo, controle de acesso, intercomunicação e áudio. A Axis conta com mais de 3.800 funcionários dedicados em mais de 50 países e colabora com parceiros em todo o mundo para fornecer soluções aos clientes. A Axis foi fundada em 1984 e sua sede é em Lund, Suécia.

Para obter mais informações sobre a Axis, visite nosso site axis.com.