

Lightfinder

Um desempenho impressionante em condições difíceis de luminosidade

Maio de 2019

Resumo

A tecnologia Axis Lightfinder fornece uma câmera de rede com sensibilidade extrema à luz. Em condições de pouca luz, em que outras câmeras mudariam para o modo noturno e para vídeo em escala de cinza, as câmeras com Lightfinder permanecem no modo diurno e continuam transmitindo cores. E na vigilância, a cor pode ser o fator crítico que permite 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. Com menos 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 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 para os indivíduos no local. No entanto, a câmera reproduziu a cena como ilusoriamente iluminada. Quando a intensidade de luz foi reduzida, o olho humano perdeu a visão de cores e os detalhes em torno de 0,5 lux, enquanto a câmera manteve as cores brilhantes. Mesmo reduzida a 0,02 lux, quando as pessoas no local perceberam que estava praticamente escuro, com apenas os objetos de cores mais claras levemente perceptíveis, a câmera ainda transmitiu uma imagem colorida.

A tecnologia Lightfinder é composta de uma combinação aprimorada de componentes ópticos de primeira classe, como uma lente de alta qualidade e um sensor de imagem personalizado e otimizado para vigilância, além de algoritmos de processamento de imagem digital integrados no sistema em chip. 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 ponto de mudança nesta evolução, com maior sensibilidade à luz, uma reprodução a cores mais realista e ajuste personalizado para usuários avançados.

O Lightfinder baseia-se no extenso conhecimento em processamento de cores, filtragem e ajuste. A tecnologia Lightfinder e Axis Zipstream são sintonizadas para uma compressão mais criteriosa, que preservará os detalhes da imagem e produzirá vídeo com baixa taxa de bits média e redução do custo de armazenamento.

Índice

1. Faça-se a luz – um plano de fundo	4
1.1 Detecção de luz	4
1.2 Intensidade de luz em lux	5
1.3 Sensibilidade à luz especificada como iluminação mínima	6
2. Principais elementos da tecnologia Lightfinder	6
3. Principais benefícios da tecnologia Lightfinder	7
3.1 Vídeo em cores para uma identificação precisa em condições de luz extremamente baixa	7
3.1.1 Exemplos da tecnologia Lightfinder em diferentes níveis de luz	7
3.2 Outros benefícios relacionados ao tempo de exposição e tamanho da abertura	9
4. Lightfinder 2.0	11
4.1 Vantagens	11
4.2 Exemplo	11

Introdução

O Lightfinder é uma tecnologia da Axis que permite que uma câmera de 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 de rede com Lightfinder são benéficas em todas as aplicações exigentes de vigilância por vídeo com pouca luz, como estacionamentos, vigilância urbana, 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 um entendimento técnico completo, começamos discutindo as noções básicas de luz, detecção de luz e medições de luz.

1. Faça-se a luz - um plano de fundo

A luz consiste em pacotes discretos de energia eletromagnética, chamados fótons. Esses são compostos de diferentes níveis de energia ou comprimentos de onda. Dentro do intervalo de energia de luz visível, diferentes comprimentos de onda representam a luz de cores diferentes. A Figura 1 mostra uma parte do espectro eletromagnético, marcado com os nomes estabelecidos para as diferentes faixas de energia.

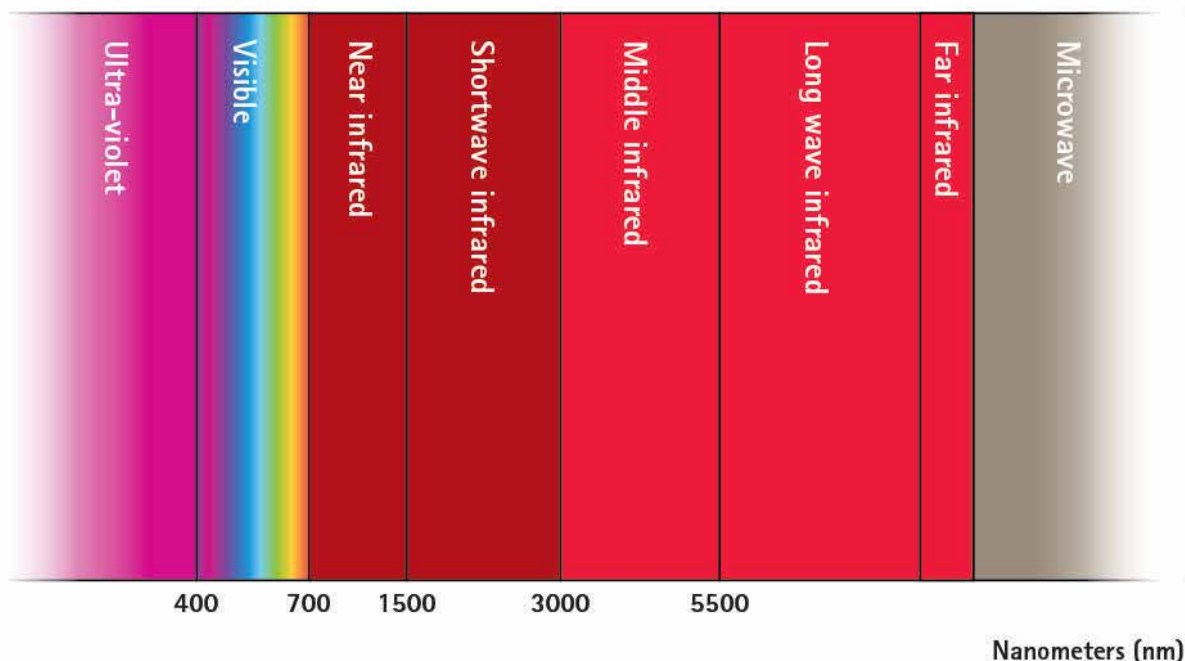


Figura 1: parte do espectro eletromagnético com faixas de energia marcadas em comprimentos de onda (nanômetros).

1.1 Detecção de luz

Um olho humano pode captar luz (fótons) de comprimentos de onda entre aproximadamente 400 nm e 700 nm (o espectro de luz visível). O olho possui dois tipos de detectores de luz, bastonetes e cones, otimizados para medir a luz de diferentes intensidades e comprimentos de onda. Os cones fornecem uma visão das cores, mas exigem uma luz bastante forte (um número razoável 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 sua visão das cores quando as luzes são reduzidas: 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) do 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 próximo 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 (se for uma câmera diurna e noturna com um filtro de corte IV removível) ainda pode usar qualquer luz próxima ao infravermelho disponível para produzir imagens. No entanto, essa luz não contém informações sobre cores. Portanto, em níveis muito baixos de luz visível, o olho humano e uma típica câmera diurna e noturna podem oferecer somente imagens em escala de cinza.

No entanto, uma câmera com Lightfinder mantém a sua visão das cores e continua produzindo imagens coloridas, mesmo quando a iluminação é reduzida a níveis de luz em que o olho humano perde a sua capacidade de discernir cores.

É possível complementar as câmeras com Lightfinder com iluminadores de IV e usar o modo noturno das câmeras. As imagens de IV em escala de cinza do modo noturno podem ser muito úteis, 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.



Figura 2: instantâneo de um vídeo em modo noturno em que uma câmera com Lightfinder otimiza o uso da luz existente.

1.2 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 1 lista os valores típicos de lux para uma variedade de condições de iluminação.

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

Tabela 1: valores típicos de lux para condições de luz normalmente encontradas em cenas de vigilância.

1.3 Sensibilidade à luz especificada como iluminação mínima

Muitos fabricantes especificam a sensibilidade à luz de uma câmera de 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.

2. Principais elementos da tecnologia Lightfinder

A tecnologia Lightfinder é composta de 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 vigilância. À medida que esses elementos básicos melhoram, a tecnologia Lightfinder também está em constante evolução.

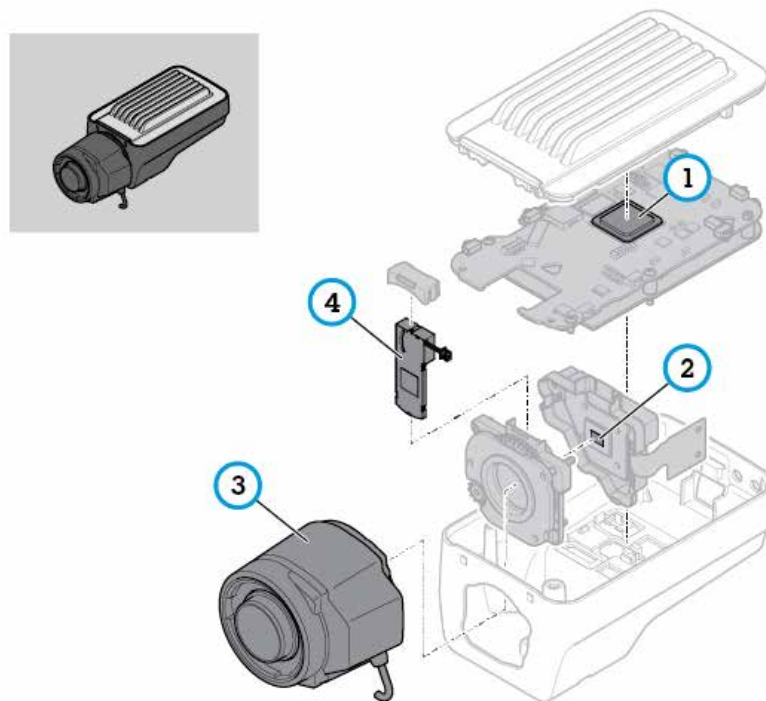


Figura 3: perspectiva expandida de uma câmera de rede Axis. Os componentes destacados são aqueles otimizados na tecnologia Lightfinder: sistema em chip com módulo de processamento de sinal de imagem (ISP) integrado (1), sensor de imagem (2), lente (3) e filtros (4).

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 personalizado, com ótimas características para vigilância.

Igualmente importante, como o sensor de imagem, são os algoritmos de processamento de imagem digital integrados no módulo ISP do sistema em chip. O chip é projetado especificamente para vigilância por vídeo e fabricado de acordo com a mais recente tecnologia disponível para fabricação de ASIC, garantindo o número máximo de elementos básicos 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 por meio de filtragem extensiva, que pode remover detalhes indispensáveis. É especialmente importante na vigilância 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 externas na imagem para torná-las mais agradáveis aos olhos.

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.

A tecnologia Lightfinder e Axis Zipstream são sintonizadas para uma compressão mais criteriosa, que preservará os detalhes da imagem e produzirá vídeo com baixa taxa de bits média e redução do custo de armazenamento.

3. Principais benefícios da tecnologia Lightfinder

A tecnologia Lightfinder permite que a câmera reproduza cores em cenas com pouca luz. No entanto, ela também oferece vídeo de alta qualidade com baixo ruído e um mínimo de desfoque de movimento. Isso ocorre porque a extrema sensibilidade à luz permite um curto tempo de exposição.

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

Em condições de pouca luz, em que outras câmeras diurnas e noturnas mudariam para o modo noturno e para vídeo em escala de cinza, as câmeras com Lightfinder permanecem no modo diurno e continuam transmitindo vídeo em cores. A cor na vigilância por vídeo pode ser extremamente importante para a identificação eficaz de pessoas, veículos ou incidentes. Ao fornecer ao operador a possibilidade de comunicar de forma rápida e precisa a cor da roupa ou dos carros, a tecnologia Lightfinder pode permitir uma interferência instantânea e uma identificação precisa.

3.1.1 Exemplos da tecnologia Lightfinder em diferentes níveis de luz

Para exemplificar as capacidades de pouca luz da tecnologia Lightfinder, esta seção mostra 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, além de ter a WDR desativada.

A Figura 4 mostra a cena reproduzida pela câmera Axis 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 a imagem sugere, 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".



Figura 4: cena de estúdio com intensidade de luz entre 1,5 lux (no triciclo) e 5 lux (na cintura dos manequins). A câmera com Lightfinder apresentou cores claras e uma imagem ilusoriamente brilhante, enquanto um olho humano também conseguiu discernir a cor, mas interpretou a cena como muito escura.

As Figuras 5 a 7 mostram imagens recortadas da mesma cena, filmadas com a mesma configuração de antes, mas com níveis de luz gradualmente diminuídos. O olho humano perdeu a visão de cores a cerca de 0,5 lux (figura 5) 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 (figura 7). Nesses níveis, um olho humano não consegue detectar cores e detalhes, e a cena parece quase completamente escura, com apenas os objetos de cores mais claras levemente discerníveis.

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



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



Figura 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.



3.2 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 (ainda 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. No entanto, com um longo tempo de exposição, qualquer objeto que se mova rapidamente pode ficar borrado na imagem, pois ele se movimenta pelo sensor durante o intervalo de exposição. Esse fenômeno é chamado de borrão, um problema comum em cenas com luz limitada.



Figura 8: um longo tempo de exposição pode causar um borrão visível. Neste instantâneo de vídeo, a placa de licença poderia estar 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 você quiser uma alta resolução (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 tecnologia Lightfinder é que pode ser usada para aumentar a profundidade de campo em uma imagem. Isso ocorre porque uma abertura de lente menor pode ser suficiente. Com pouca luz, é atraente usar uma abertura maior para coletar mais luz durante o tempo de exposição. No entanto, devido às leis da física que dizem respeito à óptica e ao 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, alcançar uma profundidade de campo maior.

4. Lightfinder 2.0

A partir de maio de 2019, um número crescente de novas câmeras de rede Axis estarão equipadas com a tecnologia Lightfinder 2.0. Disponível nas câmeras que usam o sistema em chip ARTPEC-7, esse conceito representa um ponto de mudança na evolução da tecnologia Lightfinder.

4.1 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 permite uma reprodução em cores mais precisa, um melhor balanço 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.

4.2 Exemplo

A Figura 9 é um instantâneo de um teste de vigilância por vídeo de uma câmera Axis com a tecnologia Lightfinder 2.0. Parece não haver nada de extraordinário na imagem - se não souber o quão escura a cena realmente era. A pessoa que pode ser vista na imagem, de pé sob a ponte, estava medindo a intensidade da luz em apenas 0,05 lux. A tecnologia Lightfinder 2.0 reproduz esse local muito escuro como se estivesse repleto de luz do dia.



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

Para comparação, a Figura 10 mostra um instantâneo da mesma cena, onde a imagem foi manipulada para visualizar 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, mas ainda era possível distinguir alguns detalhes.



Figura 10: isto é o que as pessoas na cena conseguiam ver. A imagem foi manipulada para visualizar a escuridão da mesma maneira que experimentada pelo olho humano.

A Figura 11 é outra fotografia da mesma cena, tirada com um smartphone atual. Naturalmente, os smartphones não otimizam as imagens para fins de vigilância, mas o fato da área sob a ponte ter ficado completamente escura dá uma ideia geral de quão escura a cena realmente era.



Figura 11: a mesma cena filmada com um smartphone iPhone8.

Sobre a Axis Communications

A Axis viabiliza um mundo mais inteligente e seguro ao criar soluções em rede que permitem aprimorar a segurança e apoiar novas formas de gerir os negócios. Como líder no setor de vídeo em rede, oferece produtos e serviços para sistemas de videomonitoramento, analíticos de vídeo, controle de acesso e áudio. A Axis possui mais de 3.000 funcionários em mais de 50 países e colabora com parceiros em todo o mundo para entregar soluções customizadas. A Axis foi fundada em 1984 e tem sua sede em Lund, Suécia.

Para mais informações sobre a Axis, acesse www.axis.com.