

尋光者

在惡劣的光線條件下表現出色

2019年4月

摘要

Axis Lightfinder 技術為網路攝影機提供極高的光線靈敏度。在極低光源下，其他攝影機會切換到夜間模式和灰階影像，而支援尋光者的攝影機會維持在白天模式並保持提供彩色影像。在監控中，顏色可能是識別人員身分、物體或車輛的關鍵因素。

尋光者不僅適用於極暗的場景，也能在任何明亮等級低於典型室內光線的地點發揮功效。例如，尋光者攝影機只需少量光線就能產生優質影像，因此可以縮短曝光時間，從而將殘影和雜訊降至最低。

本白皮書透過在可控光工作室中拍攝的影像，證明低光源能力。在 1.5-5 lux 的光線敏感度下，場景對站點的管理人員來說非常暗。但攝影機重製這個場景，呈現明亮影像。當光線敏感度降低，在約 0.5 lux 時，人眼會失去色彩視覺和細節，而攝影機仍可提供明亮的色彩。即使低至 0.02 lux，當站點的管理人員感到完全黑暗，只能依稀辨別最亮色的物體時，攝影機仍可提供彩色影像。

尋光者技術構成一流光學裝置的微調組合，例如高品質鏡頭和具有最佳監控特性的客製化影像感應器，以及嵌入系統單晶片的數位影像處理運算法。隨著尋光者所有構建塊的不斷改進，尋光者也不斷發展。光線靈敏度 2.0 概念代表這項發展的大躍進，增加光線靈敏度，重製更真實的色彩，以及為進階使用者自訂調整。

尋光者以色彩處理、過濾和調整方面的廣泛專業知識為基礎。尋光者搭配 Axis Zipstream 技術進行調整，進一步謹慎壓縮，保留影像細節，同時產生平均位元速率較低且儲存成本較低的影像。

目錄

1. 尋找光源 — 背景	4
1.1 光線偵測	4
1.2 光線敏感度 (lux)	5
1.3 指定為最小照度的光線靈敏度	6
2. 尋光者的關鍵要素	6
3. 尋光者的關鍵優勢	7
3.1 可在極低光源下準確識別的彩色影像	7
3.1.1 不同明亮等級的尋光者範例	7
3.2 曝光時間和孔徑尺寸相關的其他優勢	9
4. 尋光者 2.0	11
4.1 優勢	11
4.2 範例	11

簡介

尋光者是一項 Axis 技術，即使在極低光源下，網路攝影機也能提供高品質的彩色影像。此技術來自右側感應器和右側鏡頭的獨特組合，加上最先進晶片的最佳化影像處理運算法。

在所有嚴苛的低光源影像監控應用程式中，例如停車場、城市監控、校園和建築工地，支援尋光者的網路攝影機都能發揮功效，提供彩色影像，大幅增強有效識別人員身分、車輛或事故的可能性。

本白皮書介紹尋光者技術的基本原理和關鍵優勢。透過控制光線的低光源場景尋光者影像快照，證明影像畫質。然而，為了深入理解技術，我們首先討論光線、光線偵測及光線測量的基礎知識。

1. 尋找光源 — 背景

光包含離散的電磁能光束，也就是光子。具有不同的能量等級或波長。在可見光能量間隔內，不同波長代表不同顏色的光。圖 1 顯示電磁波譜的一部分，標示不同能量範圍的既定名稱。

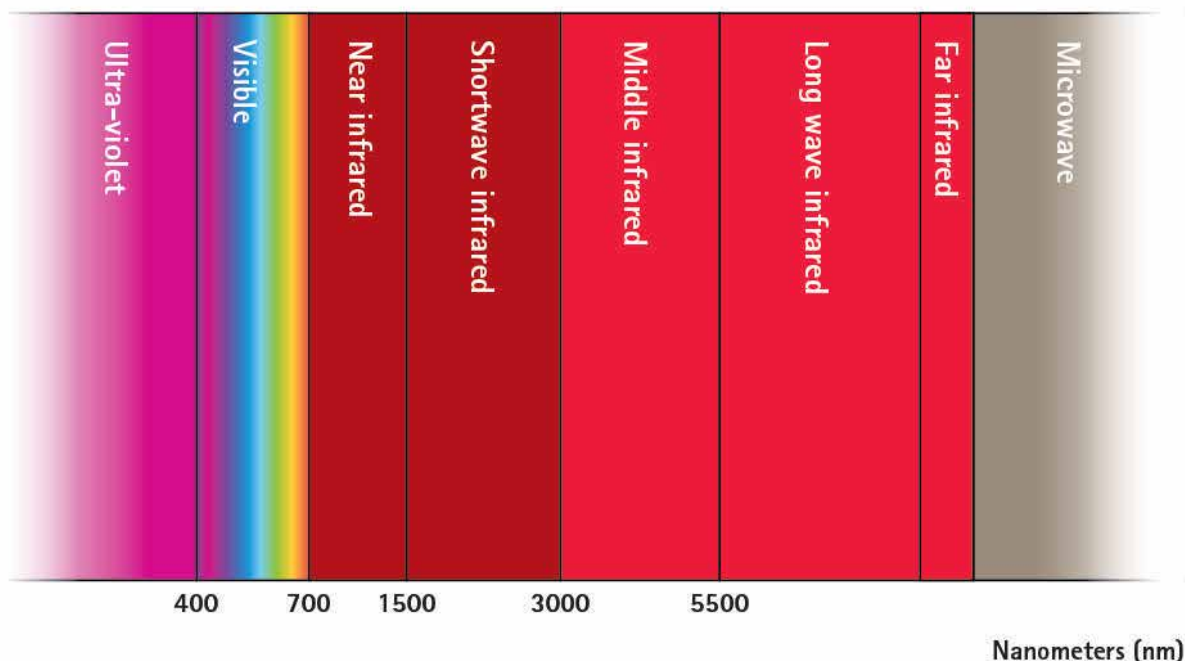


圖 1：電磁波譜的一部分，以波長 (奈米) 標示能量範圍。

1.1 光線偵測

人眼可以拾取波長約 400 nm 和 700 nm 之間的光 (光子) (可見光譜)。眼睛有兩種類型的光偵測器：視桿細胞和視錐細胞，最佳化以測量不同強度和波長的光。視錐細胞提供色彩視覺，但需要相當強的光 (相當數量的光子)，才能偵測到任何東西。然而，視桿細胞可以偵測到極低等級的光 (少數光子就足夠)，但無法區分波長，所以無法提供顏色資訊。因此光線較弱時，人眼會失去色彩視覺：視錐細胞無法拾取任何資訊，但視桿細胞仍會拾取資訊。

在數位攝影機中，影像感應器的數百萬個光敏點（畫素）相當於眼睛的視桿細胞和視錐細胞。數位攝影機感應器不只能偵測可見光的光子，還能在光譜的近紅外線部分中偵測稍長波長（700-1000 nm）的光子。近紅外線光通常存在於陽光和人造光中。

可見光等級極低時，數位攝影機（具有卸除式紅外線濾光片的日夜兩用攝影機）仍可使用任何可用的近紅外線光來產生影像。然而，這種光不含顏色資訊。因此，在極低的可見光等級下，人眼和典型日夜兩用攝影機都只能提供灰階影像。

然而，即使光線降低到人眼早已失去辨別色彩能力的光線等級時，支援尋光者的攝影機也能保持色彩視覺，產生彩色影像。

可以使用紅外線照明器輔助尋光者攝影機，並使用攝影機的夜間模式。例如在影像分析應用程式中，夜間模式的灰階紅外線影像非常有用，但在許多使用案例中，可呈現其顏色和自然外觀的白天模式影像無疑更吸引人。



圖 2：夜間影像的快照，尋光者攝影機充分運用現有光線。

1.2 光線敏感度 (lux)

光線敏感度可以光度量化為照度，或每單位面積的光通量。照度量基於光的絕對輻射強度（以 W/m^2 測量的輻照度）。然而，照度還包括根據人眼敏感度函數的加權，這是人對不同波長的視覺亮度感知的標準化模式。因此照度代表人眼所感知的光線敏感度。照度以 lux (lx) 為單位測量，1 lux 等於每平方公尺 1 流明。

自然場景的照明通常很複雜，陰影和反白在場景的不同部分提供不同的 lux 讀數。一個 lux 讀數不表示整個場景的光線條件，也無法指示光的方向。也就是說，光線敏感度測量確實提供用於估計光線條件和比較不同場景的寶貴工具。表 1 列出一系列光線條件下的典型 lux 值。

光線敏感度	說明
0.05 – 0.3 lux	滿月的清澈夜晚
1 lux	距離 1 公尺的蠟燭
80 lux	辦公大樓走廊
500 lux	辦公室光線
10,000 lux	全日光
100,000 lux	強烈日光

表 1：監控場景中常見光線條件的典型 lux 值。

1.3 指定為最小照度的光線靈敏度

許多製造商將網路攝影機的光線靈敏度指定為產生可接受影像所需的最小照度。雖然這些規格有助於對同一製造商生產的攝影機進行光線靈敏度比較，但應謹慎對不同製造商的產品進行類似比較。由於沒有關於如何測量最小照度的全球標準，不同製造商採用不同方法，對可接受的影像也有不同標準。

2. 尋光者的關鍵要素

尋光者技術將微調的優質光學裝置和進階影像處理成功組合在一個專為監控設計的系統單晶片中。隨著這些構建塊的不斷改進，尋光者技術也不斷發展。

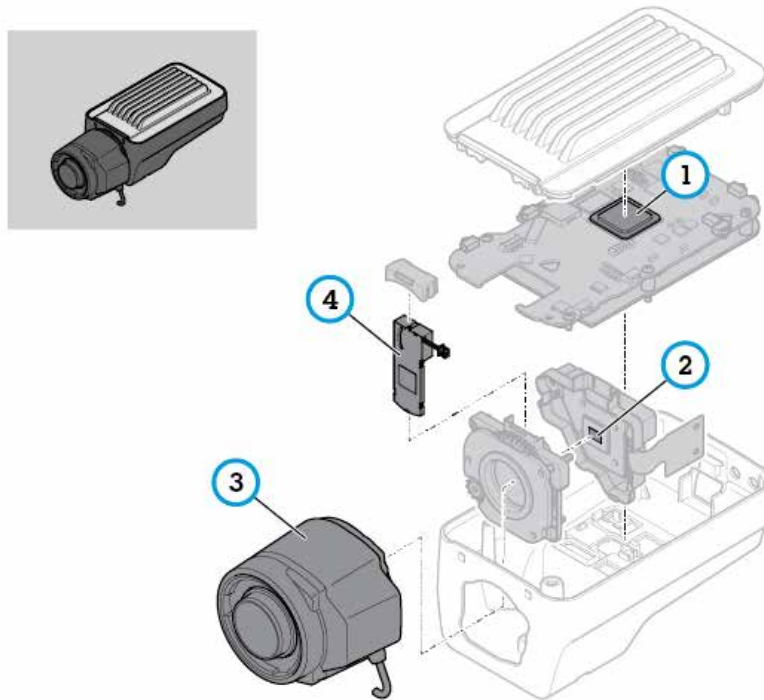


圖 3：Axis 網路攝影機的分解圖。反白的裝置是在尋光者技術中最佳化的裝置：具有內嵌式影像訊號處理 (ISP) 模組的系統單晶片 (1)、影像感應器 (2)、鏡頭 (3) 及濾鏡 (4)。

光線經高品質鏡頭收集並對焦後，會到達影像感應器，這是任何數位攝影機的關鍵環節。感應器是一種電光裝置，由一系列光敏光子偵測器組成，可將光轉換為電子訊號。所有尋光者產品都配備具有最佳監控特性的客製化高敏感度 CMOS 感應器。

同樣重要的是，影像感應器是嵌入系統單晶片 ISP 模組的數位影像處理運算法。此晶片專為影像監控而設計，並根據最新的 ASIC 製造技術製造，確保達到最大數量的數位構建塊。運算法將即時消除雜訊、恢復顏色並解析每個影像，即使最小的感應器訊號也能產生最有用的影像。但影像內容的保留永遠優先於可能移除關鍵細節的廣泛過濾。在監控中，特別重要的是，影像運算法不會破壞場景的鑑證資訊。運算法必須具有規律性和可預測性，並且在改善影像呈現的過程中，不應在影像中引入外來資訊。

謹慎評估光路的一切，並最佳化調整所有數位運算法，可幫助攝影機在多數光線條件下發揮出色效能，而低光源是終極挑戰。在尋光者產品中，鏡頭和感應器與其他光學裝置（通常是鏡頭濾鏡）一致，將光線靈敏度和解析度提高到最大，同時還能避免假影。

尋光者搭配 Axis Zipstream 技術進行調整，進一步謹慎壓縮，保留影像細節，同時產生平均位元速率較低且儲存成本較低的影像。

3. 尋光者的關鍵優勢

尋光者可幫助攝影機在極低光源的場景中重製色彩，亦能提供低雜訊、低位移殘影的高品質影像，因為極端光線靈敏度會縮短曝光時間。

3.1 可在極低光源下準確識別的彩色影像

在極低光源下，其他日夜兩用攝影機會切換到夜間模式和灰階影像，而支援尋光者的攝影機會維持在白天模式並保持提供彩色影像。監控影像的顏色對於有效識別人員身分、車輛或事故非常重要。尋光者為管理人員快速準確回報衣服或汽車顏色，進行即時干涉和精確識別。

3.1.1 不同明亮等級的尋光者範例

為了證明尋光者的低光源能力，本節將展示尋光者攝影機在可控光工作室中拍攝的影像照片。

AXIS Q1645 Network Camera 配備額外的光敏 F0.9 鏡頭，距離彩色物體 10 公尺。攝影機使用 1/30 的曝光時間，就足以在 WDR 關閉時捕捉移動物體。

圖 4 顯示 Axis 攝影機在 1.5 lux（測量於三輪車）和 5 lux（測量於人體模型腰部）之間的明亮等級重製的場景。應該注意的是，即使眼睛有足夠的適應時間之後，人眼（距離攝影機旁的物體 10 公尺遠）對這個場景的感知程度也比呈現的影像暗很多。眼睛仍然可以辨別顏色，但明亮等級為「過低」。



圖 4：工作室場景的光線敏感度介於 1.5 lux (三輪車) 和 5 lux (人體模型腰部) 之間。尋光者攝影機提供清晰色彩和明亮影像，人眼也能辨別色彩，但感覺場景非常暗。

圖 5 到圖 7 顯示使用之前設定拍攝相同場景的裁剪影像，但明亮等級逐漸降低。約 0.5 lux (圖 5) 時，人眼失去色彩視覺，而尋光者攝影機仍可重製明亮色彩。實際上，尋光者攝影機保持色彩視覺，但相當柔和，直到最低測試明亮等級 0.02-0.08 lux (圖 7)。在這些層面上，人眼無法感知到顏色和細節，場景幾乎完全黑暗，只能依稀辨別最亮色的物體。

圖 5：在物體上測量到 0.2 lux - 0.7 lux。尋光者攝影機提供明亮的顏色。人眼的色彩視覺受到大幅影響，可以辨別大部分的亮色表面，但細節很少。



圖6：在物體上測量到0.1 lux - 0.3 lux。尋光者攝影機提供不太清晰，但仍然非常詳細的彩色影像。人眼無法辨別較暗的表面，也無法察覺到任何細節或顏色。



圖7：在物體上測量到0.02 lux - 0.08 lux。尋光者攝影機為暗色影像提供柔和但可辨別的顏色。人眼只能依稀辨別最亮的表面，但無法察覺到任何細節或顏色。



3.2 曝光時間和孔徑尺寸相關的其他優勢

尋光者攝影機的極端光線靈敏度不僅適用於極暗的場景，也能在任何明亮等級低於典型室內辦公室的場景發揮功效。尋光者攝影機只需少量光線就能產生良好的影像，可以縮短曝光時間，將雜訊和殘影降到最低，亦能使用具有其他優勢的小鏡頭孔徑。

例如，尋光者能：

- > 減少位移殘影（使用更短的曝光時間）
- > 減少雜訊（仍使用更短的曝光時間）
- > 使用更長的長焦鏡頭（通常需使用更短的曝光時間才能獲得良好的效果）
- > 增加景深（在鏡頭中使用小孔徑）
- > 減少雜訊（使用少量數位增益）
- > 改善影像暗部的 WDR 效能（表示雜訊更少）

曝光時間是在測量並使用每個畫素的電子數形成影像之前，攝影機感應器捕捉光子（並轉換為電子訊號）的期間。所有感應器畫素將清除，然後重新開始捕捉光子。

低光源場景通常需要更長的曝光時間，以便感應器捕捉足以產生可用影像的光子。如果曝光時間太短，而影像變得太暗，可以數位提亮，但會增加雜訊。然而，在長曝光時間下，影像中任何快速移動的物體可能會變模糊，因為在曝光間隔期間，它們會在感應器上移動。這種現象稱為位移殘影，是低光源場景中常見的問題。



圖 8：長曝光時間可能會導致可見的位移殘影。在這個影像快照中，如果使用更短的曝光時間，可讀取車牌。

由於尋光者可縮短曝光時間，因此能減少位移殘影。如果想要高解析度（解析移動物體的細節），這一點特別重要。減少位移殘影的輔助方法包括將攝影機遠離移動物體或使用廣角鏡頭。在這些情況下，雖然物體移動速度相同，但能減少在感應器上移動的畫素數量。

尋光者的另一項優勢是可用於增加影像的景深，因為較小的鏡頭孔徑可能就足夠。低光源下，在曝光時間內以大孔徑收集更多光線很吸引人。然而，由於涉及光學和光線追蹤的物理定律，大孔徑提供較短的景深，也就是說，可以同時對焦的場景較短。使用尋光者可以縮短曝光時間，以便使用小孔徑營造更長的景深。

4. 尋光者 2.0

從 2019 年 5 月開始，越來越多的新型 Axis 網路攝影機配備尋光者 2.0，適用於採用 ARTPEC-7 系統單晶片的攝影機，這個概念代表尋光者發展的大躍進。

4.1 優點

影像處理管道採用全新設計，尋光者 2.0 能提供 clearer 的影像，減少假影。尋光者 2.0 不僅提高攝影機的一般光線靈敏度，還能更準確地重製色彩，改善白平衡，以及增加提亮陰影和黑暗物體的可能性。

尋光者 2.0 還支援控制時間和空間過濾的新設定。這對於需針對特定分析應用程式最佳化影像的進階使用者特別有用。

4.2 範例

圖 9 是對支援尋光者 2.0 的 Axis 攝影機進行監控影像測試的快照。如果您不知道實際場景有多黑暗，就不會發現影像的特別之處。在影像中，可以看到站在橋下的人測量的光線敏感度僅 0.05 lux。尋光者 2.0 重製這個非常黑暗的站點，呈現如同白天般的影像。



圖 9：尋光者 2.0 攝影機提供清晰、明亮的彩色影像，即使橋下的光線敏感度僅 0.05 lux。

為了方便比較，圖 10 顯示同一場景的快照，其中影像經過處理，以便影像化人眼能看到的影像。對於站在尋光者 2.0 攝影機旁邊的人來說，橋下區域看起來很暗，但仍可辨別一些細節。



圖 10：這是場景中的人可以看到的影像。影像經過處理，以便影像化人眼感受到的黑暗。

圖 11 是用現代智慧型手機拍攝同一場景的另一張照片。智慧型手機不會根據監控目的最佳化影像，但我們可以透過橋下區域呈現全黑的情況，對場景的實際黑暗程度有大概的了解。



圖 11：使用 iPhone8 智慧型手機拍攝的同一場景。

關於安迅士

安迅士透過打造網路解決方案，協助改善安全與創新企業營運模式，讓世界變得更聰明且更安全。身為網路影像產業領導者，安迅士提供影像監控與分析、門禁管理及音訊系統產品與服務。安迅士在 50 多個國家擁有超過 3,000 名專職員工，並與全球合作夥伴合作提供客戶解決方案。安迅士成立於 1984 年，總部位在瑞典隆德市。

關於安迅士的更多資訊，請參閱本公司網站 www.axis.com。