

图 1-1 机器视觉的组成

1.2 Đặc điểm của thị giác máy

1.2.1 Cấu tạo hệ thống thị giác máy

Hệ thống thị giác máy bao gồm:

Hệ thống chiếu sáng (Light Source System): cung cấp nguồn sáng ổn định, tạo điều kiện cho camera thu được hình ảnh rõ nét.

Camera (相机): thu nhận hình ảnh của vật thể cần kiểm tra.

Bộ thu nhận ảnh (Image Acquisition Card): chuyển đổi tín hiệu quang học từ camera thành tín hiệu số và truyền về máy tính.

Máy tính (Computer): xử lý hình ảnh, phân tích, nhận dạng, đo lường, kiểm tra sản phẩm.

Bộ điều khiển (Controller): điều khiển hoạt động của camera, nguồn sáng và các thiết bị cơ khí (băng tải, robot, v.v.).

Vật thể cần kiểm tra (Object under test): đối tượng được camera quan sát.

Tổng quan:

Toàn bộ hệ thống kết hợp phần cứng (camera, chiếu sáng, xử lý ảnh) và phần mềm (thu nhận, xử lý, điều khiển) để tự động hóa quá trình kiểm tra, đo lường, nhận dạng, phân loại.

1.2.2 Đặc điểm của thị giác máy

Với sự phát triển của khoa học kỹ thuật và mức độ tự động hóa ngày càng cao trong sản xuất, yêu cầu về **chất lượng sản phẩm** và **tốc độ xử lý** ngày càng tăng.

Hệ thống thị giác máy có khả năng:

Nhận dạng, đo lường và kiểm tra chính xác thông tin hình ảnh trong thời gian ngắn.

Thay thế con người trong các nhiệm vụ đòi hỏi độ chính xác cao hoặc môi trường nguy hiểm.

So sánh giữa hệ thống thị giác máy và hệ thống con người

Đặc điểm	Hệ thống thị giác máy	Hệ thống con người
Khả năng thích ứng môi trường	Có thể hoạt động ổn định trong nhiều điều kiện ánh sáng và môi trường khác nhau	Bị giới hạn bởi ánh sáng, thời gian làm việc và trạng thái con người
Trí thông minh	Có thể lập trình, học tập và xử lý hình ảnh theo thuật toán	Dựa trên cảm nhận và kinh nghiệm cá nhân
Độ phân giải và độ chính xác	Cao, đo lường chính xác từng điểm ảnh	Thấp hơn, phụ thuộc vào cảm nhận
Tốc độ xử lý	Nhanh, xử lý đồng thời nhiều hình ảnh	Chậm, dễ sai sót khi lặp lại
Tính khách quan	Ôn định, không bị ảnh hưởng bởi cảm xúc	Bị ảnh hưởng bởi trạng thái tâm lý, sức khỏe
Khả năng lưu trữ và phân tích dữ liệu	Có thể ghi lại, phân tích và thống kê dữ liệu tự động	Không có khả năng lưu trữ lâu dài

Kết luận:

Hệ thống thị giác máy là "đôi mắt" của hệ thống tự động hóa, có khả năng **phát hiện, nhận dạng, đo lường và kiểm tra chính xác**.

Ứng dụng rộng rãi trong:

Dây chuyền sản xuất tự động,

Kiểm tra chất lượng sản phẩm,

Lắp ráp chính xác,
Hệ thống robot và điều khiển tự động.

■ 2.1.2 Thành phần chính của hệ thống quang học

Hệ thống quang học bao gồm 3 bộ phận chính:

Camera (相机)

→ Thu nhận tín hiệu ánh sáng phản xạ từ vật thể, chuyển đổi thành tín hiệu điện (tín hiệu ảnh).

Camera là “mắt nhìn” của hệ thống.

Ống kính (镜头)

→ Tập trung và điều chỉnh ánh sáng phản xạ từ vật thể để tạo hình ảnh rõ nét trên cảm biến của camera.

Ống kính ảnh hưởng lớn đến độ phân giải, độ méo, và độ sâu trường ảnh.

Nguồn sáng (光源)

→ Chiếu sáng vật thể để làm nổi bật các đặc trưng cần kiểm tra (ví dụ: biên, rãnh, lõi bể mặt, ký tự...).

Nguồn sáng có thể là **đèn vòng, đèn đồng trục, đèn nền, hoặc đèn góc thấp** tùy ứng dụng.

■ 2.1.3 Bốn tiêu chuẩn của một hình ảnh tốt (成像的四大标准)

Tiêu chuẩn	Mô tả	Minh họa
1. Độ tương phản tốt (对比度高)	Biên vật thể rõ ràng, sáng và tối được tách biệt rõ.	Ảnh có vùng sáng – tối rõ nét
2. Độ sáng đồng đều (均匀性好)	Ánh sáng chiếu đều trên toàn vật thể, không có vùng sáng hoặc tối cục bộ.	Ảnh không bị loang sáng
3. Độ phân giải phù hợp (分辨率合适)	Chi tiết đặc trưng nhỏ nhất vẫn được thể hiện rõ, hình ảnh không bị mờ hoặc nhiễu.	Ảnh sắc nét, nhìn rõ cạnh
4. Không có nhiễu (无噪声)	Ảnh không có điểm sáng ngẫu nhiên hoặc sọc nhiễu từ cảm biến.	Nền ảnh sạch, không gợn nhiễu

2.1.4 Ba yếu tố quyết định chất lượng ảnh (影响图像质量的三大因素)

Camera (相机):

Ảnh hưởng đến độ phân giải (số điểm ảnh) và tốc độ xử lý (frame rate).

Lựa chọn camera phải phù hợp với yêu cầu độ chính xác đo lường và kích thước vùng quan sát.

Ống kính (镜头):

Quyết định độ sắc nét và khả năng tái tạo chi tiết của ảnh.

Ống kính chất lượng kém sẽ gây méo ảnh, sai lệch kích thước.

Nguồn sáng (光源):

Ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng phát hiện đặc trưng.

Chọn sai loại đèn có thể khiến biên vật thể bị mờ hoặc mất chi tiết.

◆ Tóm tắt hình minh họa (Hình 2-3 & 2-4)

Hình 2-3:

光学系统主要由三部分组成：相机、镜头和光源。

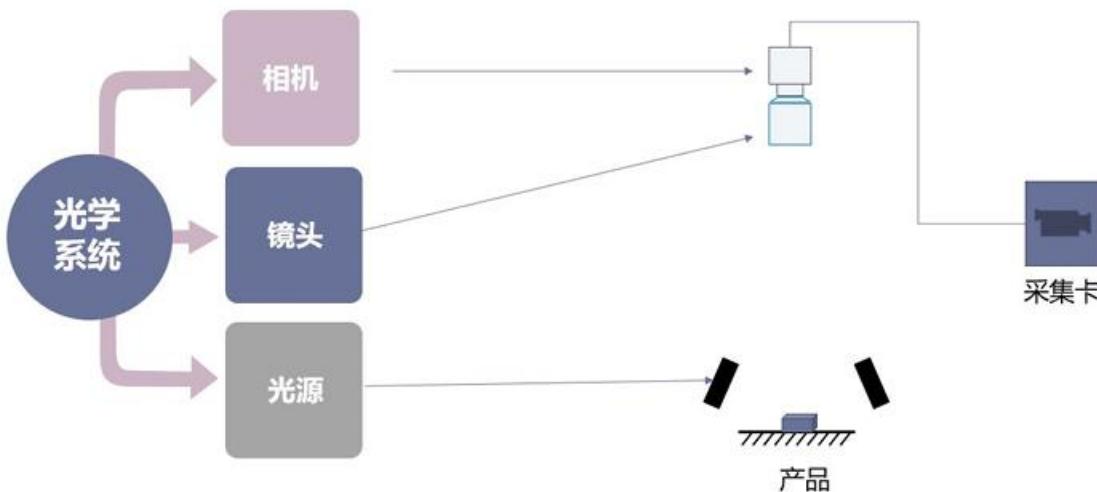


图 2-3 光学系统组成

Sơ đồ cấu trúc hệ thống quang học gồm:

👉 Nguồn sáng → Ống kính → Camera → Thẻ thu nhận ảnh → Máy tính.

Hình 2-4:

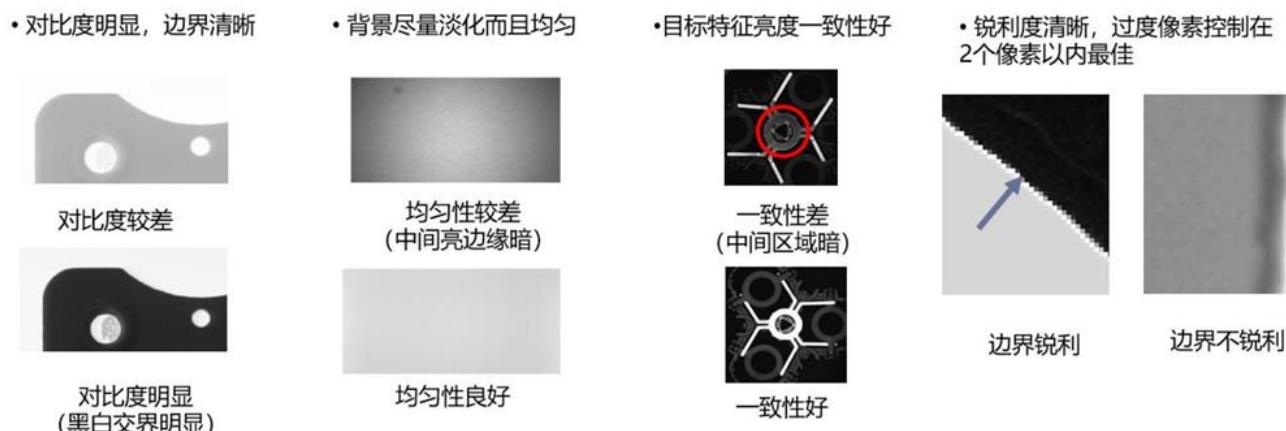


图 2-4 成像四大标准

Minh họa 4 tiêu chí hình ảnh tốt — tương phản, độ đồng đều, độ phân giải và ít nhiễu.

Hình bạn gửi là sơ đồ tóm tắt mục 2.1.5 – Tổng kết hệ thống quang học (光学系统概述).

Dưới đây là bản dịch sang tiếng Việt đầy đủ và bối cảnh chuẩn, có thể dùng để vẽ lại sơ đồ hoặc trình bày trong báo cáo kỹ thuật:

2.1.5 Tóm tắt hệ thống quang học

◆ 1. Mối quan hệ giữa hệ thống quang học và hệ thống thị giác

Hệ thống quang học là nền tảng của hệ thống thị giác máy.

Nó đảm bảo **chất lượng hình ảnh đầu vào**, quyết định **hiệu quả xử lý hình ảnh** của toàn hệ thống.

◆ 2. Thành phần chính của hệ thống quang học

Camera: Thu nhận hình ảnh và chuyển đổi tín hiệu quang học thành tín hiệu điện.

Óng kính: Tập trung ánh sáng, quyết định độ phân giải và độ méo hình.

Nguồn sáng: Cung cấp ánh sáng ổn định, làm nổi bật các đặc trưng của vật thể.

◆ 3. Bốn tiêu chuẩn của một hình ảnh tốt

Độ tương phản cao: Biên rõ ràng, sáng tối tách biệt.

Độ sáng đồng đều: Ánh sáng phân bố đều trên toàn vùng quan sát.

Đặc trưng vật thể rõ nét: Hình ảnh thể hiện đúng biên và chi tiết của vật.

Độ nhiễu thấp: Số điểm ảnh sai hoặc nhiễu ít hơn 2 pixel.

◆ 4. Ba yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng hình ảnh

Camera: Ảnh hưởng đến độ phân giải và tốc độ chụp.

Óng kính: Ảnh hưởng đến độ rõ nét và méo hình.

Nguồn sáng: Ảnh hưởng đến khả năng phân biệt đặc trưng, độ phản sáng và tính ổn định.

2.2 Nguyên lý và thông số chính của camera kỹ thuật số (数字相机)

2.2.1 Nguyên lý tạo ảnh của camera kỹ thuật số (数字相机的成像原理)

 Hình minh họa (图 2-

2.2.1 数字相机的成像原理

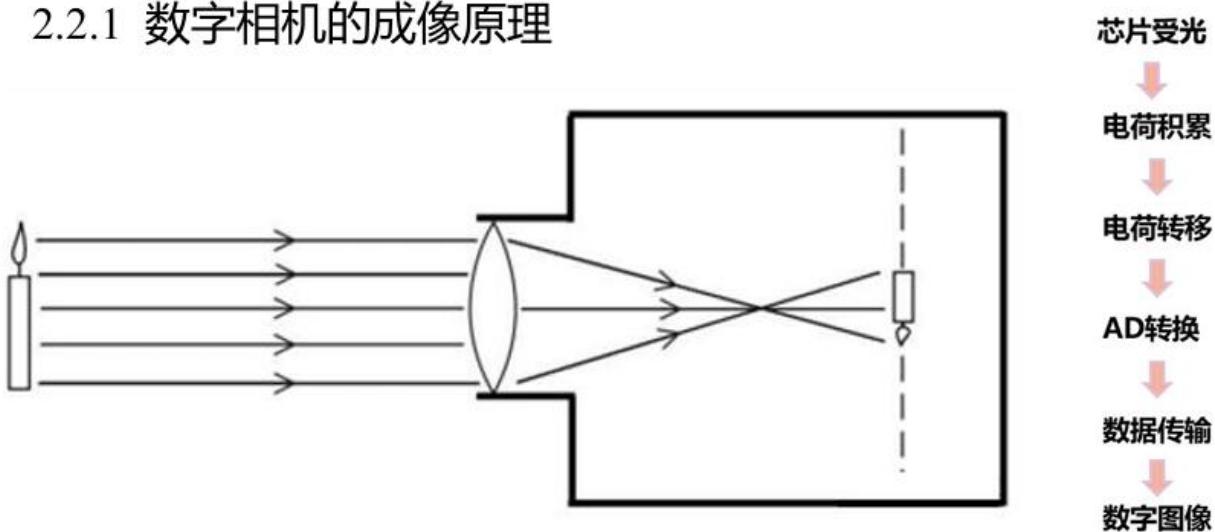


图 2-6 数字相机成像原理

→ Biểu đồ mô tả quá trình ánh sáng đi qua các thành phần trong camera:

物镜 (lens) → 光线聚焦 (focus) → 图像传感器 (sensor) → 电荷转换 (electrical signal) → A/D 转换 (analog to digital) → 数据信号输出 (data output)

Giải thích:

Mục đích của camera kỹ thuật số là chuyển đổi hình ảnh quang học thành hình ảnh số.

- 1 Ánh sáng từ vật thể được thu qua ống kính (lens).
- 2 Sau khi hội tụ, ánh sáng chiếu lên cảm biến ảnh (Image Sensor), thường là: CCD (Charge Coupled Device)
CMOS (Complementary Metal–Oxide–Semiconductor)
- 3 Mỗi pixel trên cảm biến là một phần tử cảm quang (photosensitive cell) → nhận năng lượng ánh sáng (photon) và chuyển thành tín hiệu điện (điện tích).
- 4 Mạch đọc (Readout Circuit) sẽ quét lần lượt từng điểm, chuyển đổi thành tín hiệu điện tử tuần tự.

- 5** Cuối cùng, **bộ chuyển đổi A/D (Analog-to-Digital Converter)** biến tín hiệu tương tự (analog) thành **tín hiệu số (digital)**.
- 6** Dữ liệu ảnh được **xuất ra bộ xử lý hoặc thẻ nhớ** → tạo thành **ảnh kỹ thuật số (digital image)**.

 Tóm lại:

Ánh sáng → Cảm biến → Điện tích → Tín hiệu điện → Dữ liệu số
=> Đây chính là **nguyên lý cơ bản của việc tạo ảnh số**.

◆ 2.2.2 Nhận biết hình ảnh số (认识数字图像)

Khái niệm:

Hình ảnh số (digital image) là **tập hợp của các điểm ảnh (pixel)**.

Mỗi điểm ảnh (pixel) là **đơn vị cơ bản** của ảnh, chứa **giá trị cường độ sáng hoặc màu sắc**.

Hình ảnh thực chất là một **ma trận giá trị** – mỗi phần tử trong ma trận biểu thị **mức sáng (gray level)** tại vị trí tương ứng.

Quá trình số hóa (digitalization):

- 1** Ánh sáng thực chiếu lên cảm biến → được **mẫu hóa (sampling)** và **lượng tử hóa (quantization)**.
- 2** Kết quả là mỗi pixel được gán một giá trị **số nguyên** biểu thị độ sáng.

Ảnh đen-trắng (grayscale image): mỗi pixel có giá trị từ **0 → 255**

0 = đen hoàn toàn

255 = trắng hoàn toàn

Các giá trị ở giữa (1–254) → các cấp xám (gray levels)

Hình minh họa 图 2-7:

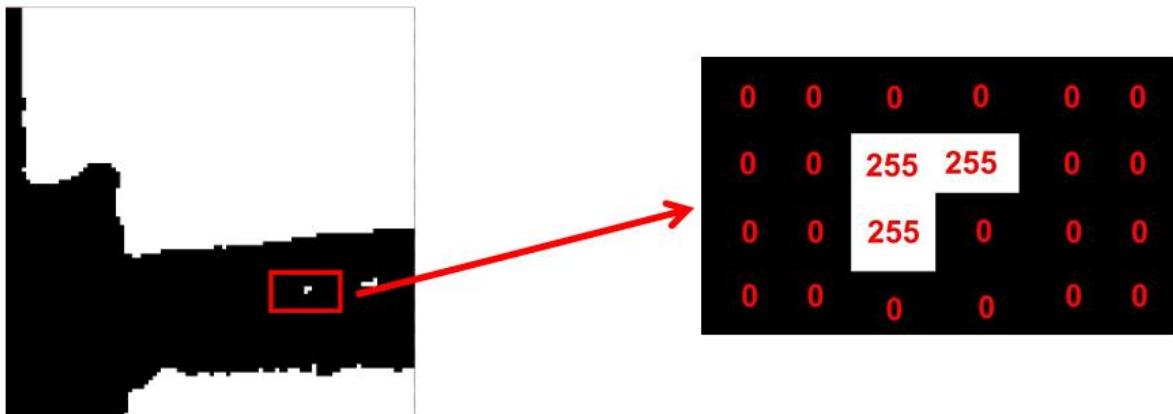


图 2-7 二值化图像

Ảnh nhị phân (Binary Image)

Ảnh được **chia ngưỡng** (thresholding):

Pixel sáng (vượt ngưỡng) → đặt giá trị = 255 (trắng)

Pixel tối (dưới ngưỡng) → đặt giá trị = 0 (đen)

→ Kết quả là **ảnh đen trắng (2 giá trị)**: chỉ gồm 0 và 255.

 Đây là dạng ảnh được sử dụng rất nhiều trong thị giác máy (machine vision):

Dùng để xác định biên vật thể, vùng sáng/tối, lõi, v.v.

Giúp giảm kích thước dữ liệu và tăng tốc độ xử lý.

Ví dụ minh họa:

Ảnh vùng nhỏ:

[0, 0, 0, 255, 0]

[0, 255, 255, 0, 0]

→ Màu đen = 0, màu trắng = 255

Điểm được khoanh đỏ trong hình là pixel có giá trị 255 (trắng) → thể hiện vùng sáng trong ảnh.

Tóm tắt ý chính

Thành phần	Giải thích	Vai trò
Ống kính (Lens)	Thu và hội tụ ánh sáng	Quyết định FOV, độ sắc nét
Cảm biến (Sensor)	CCD hoặc CMOS	Biến đổi năng lượng ánh sáng thành điện tích
Mạch đọc (Readout)	Quét tín hiệu pixel	Xuất dữ liệu theo thứ tự
Bộ ADC	Analog → Digital	Chuyển tín hiệu điện thành số
Ảnh số (Digital Image)	Ma trận pixel	Mỗi pixel có giá trị sáng 0–255
Ảnh nhị phân (Binary Image)	Pixel chỉ có 0 và 255	Phân biệt vùng sáng và tối

Tóm lại:

Nguyên lý camera kỹ thuật số là **chuyển đổi năng lượng ánh sáng thành dữ liệu số thông qua cảm biến ảnh và bộ ADC**.

Mỗi pixel trong ảnh kỹ thuật số thể hiện **độ sáng hoặc mức xám** — thường trong khoảng **0–255**.

Ảnh nhị phân (二值化图像) là dạng đơn giản nhất, chỉ có hai mức sáng: **đen (0)** và **trắng (255)**.

2.2.2 (tiếp theo) Nhận biết ảnh số – Ảnh xám và hệ tọa độ ảnh

◆ **Ảnh xám (灰度图像 — Grayscale Image)**

Ảnh xám là hình ảnh mà mỗi điểm ảnh (pixel) chỉ có **một giá trị cường độ sáng** — không có thông tin màu sắc.

Nguyên tắc giá trị xám:

Ảnh xám được mô tả bằng **ma trận giá trị cường độ sáng (gray value)**.

Mỗi pixel có giá trị nằm trong khoảng **0 → 255** (với ảnh 8-bit):

0 → đen hoàn toàn

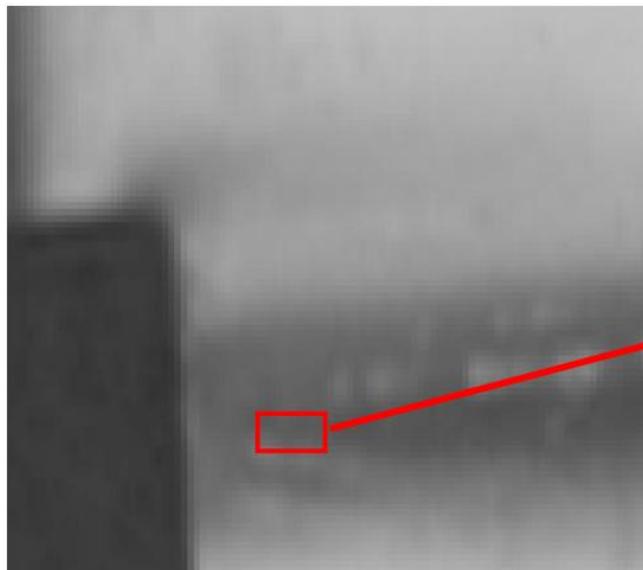
255 → trắng hoàn toàn

1–254 → các cấp xám (gray levels) khác nhau, biểu thị lượng ánh sáng nhận được.

 Cường độ sáng càng mạnh → giá trị xám càng cao.

Cường độ sáng yếu → giá trị xám nhỏ → vùng tối.

Ví dụ minh họa (图 2-8 灰度图像)



67	81	103	123	133	136	136	139
66	79	101	121	132	134	134	136
66	77	99	119	129	131	132	131
64	76	98	115	124	126	128	127
63	74	98	112	118	120	122	120
61	73	99	107	113	112	114	103

图 2-8 灰度图像

Bức ảnh bên trái là ảnh thực (grayscale).

Phần được phóng to bên phải là **ma trận giá trị xám** tương ứng.

Ví dụ:

67 71 121 131 136

76 94 115 129 139

89 102 116 124 132

...

→ Mỗi ô (pixel) mang một **giá trị xám riêng biệt**, phản ánh cường độ ánh sáng tại vị trí đó.

■ Khi hiển thị, phần mềm sẽ dùng **bảng màu xám (gray colormap)** để chuyển giá trị số thành độ sáng hiển thị.

◆ **Hệ tọa độ ảnh (图像坐标系 — Image Coordinate System)**

Trong xử lý ảnh, **mỗi pixel có một vị trí (tọa độ)** trong ảnh – gọi là **tọa độ ảnh (image coordinates)**.

⌚ **Quy ước hệ trục:**

Gốc tọa độ (0,0) nằm ở **góc trên bên trái** ảnh.

Trục **U** (tương đương trục X) → hướng ngang (tăng sang phải).

Trục **V** (tương đương trục Y) → hướng dọc (tăng xuống dưới).

■ Đây là quy ước chuẩn cho hầu hết thư viện xử lý ảnh (OpenCV, Halcon, Cognex, v.v.)

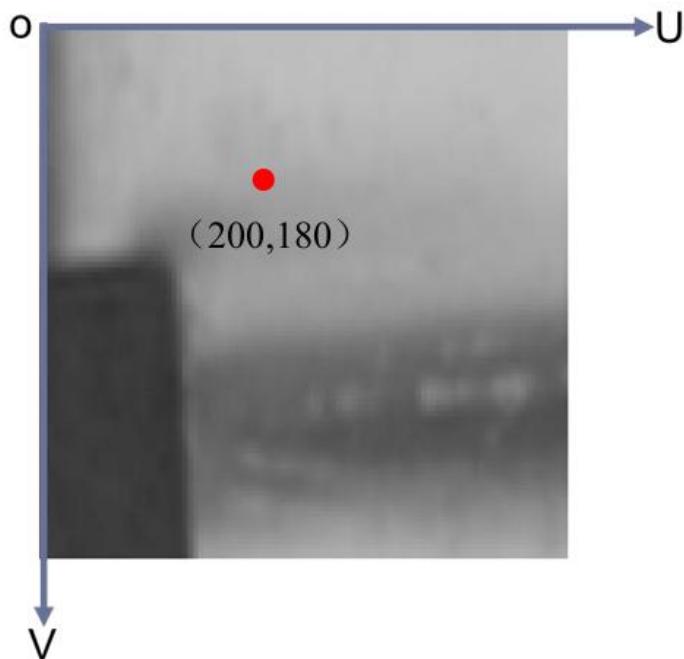


图 2-9 图像坐标系

Điểm đỏ trong hình có tọa độ:

[
 $(U, V) = (200, 180)$
]
 nghĩa là:

Năm **200 pixel** sang phải so với mép trái,

Năm **180 pixel** xuống dưới so với mép trên.

→ Mỗi pixel đều có thể được biểu diễn bằng cặp tọa độ (U, V) .

Hệ tọa độ này là cơ sở cho:

Định vị điểm đặc trưng (feature location)

Đo kích thước, góc, khoảng cách trong ảnh

Hiệu chỉnh hình học (calibration)

Tóm tắt phần 2.2.2

Khái niệm	Tên tiếng Trung	Giải thích	Phạm vi giá trị
Ảnh xám	灰度图像	Mỗi pixel có giá trị cường độ sáng	0–255
Ảnh đen trắng (nhiệt phân)	二值图像	Chỉ có 0 (đen) và 255 (trắng)	2 mức
Tọa độ ảnh	图像坐标系	Góc ở góc trên trái, trục U-V	(0,0) → (width, height)

2.2.3 CCD 与 CMOS

Đây là **hai loại cảm biến (sensor) phổ biến nhất trong camera kỹ thuật số** hiện nay.

Loại cảm biến	Viết tắt	Tên đầy đủ	Giải thích
CCD	Charge Coupled Device	Thiết bị ghép điện tích	Độ nhiễu thấp, chất lượng cao, dùng cho đo lường chính xác.
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor	Bán dẫn oxit kim loại bù	Tốc độ cao, tiêu thụ ít điện, giá rẻ hơn.

 Cả hai đều có chức năng chung:

Biến ánh sáng thành tín hiệu điện, sau đó thành dữ liệu số để tạo ảnh kỹ thuật số.

So sánh CCD và CMOS

Thuộc tính	CCD	CMOS
Cấu trúc	Điện tích truyền tuần tự	Mỗi pixel có bộ khuếch đại riêng
Nhiễu	Rất thấp	Cao hơn
Tốc độ	Trung bình	Rất cao
Độ nhạy sáng	Cao	Thấp hơn
Giá thành	Đắt	Rẻ
Ứng dụng	Thị giác máy đo lường, kiểm tra chính xác	Camera tốc độ cao, giám sát, robot di động

Tóm lại:

Ảnh xám là cơ sở của xử lý ảnh, mỗi pixel có giá trị sáng 0–255.

Hệ tọa độ ảnh giúp xác định vị trí từng pixel trong ma trận ảnh.

Cảm biến CCD và CMOS là **trái tim của camera kỹ thuật số**, quyết định chất lượng và tốc độ chụp ảnh.

2.2.3 So sánh cảm biến CCD và CMOS

◆ Hình minh họa 图 2-10 (a) CCD – (b) CMOS

minh họa **nguyên lý đọc và truyền tín hiệu điện** bên trong hai loại cảm biến.

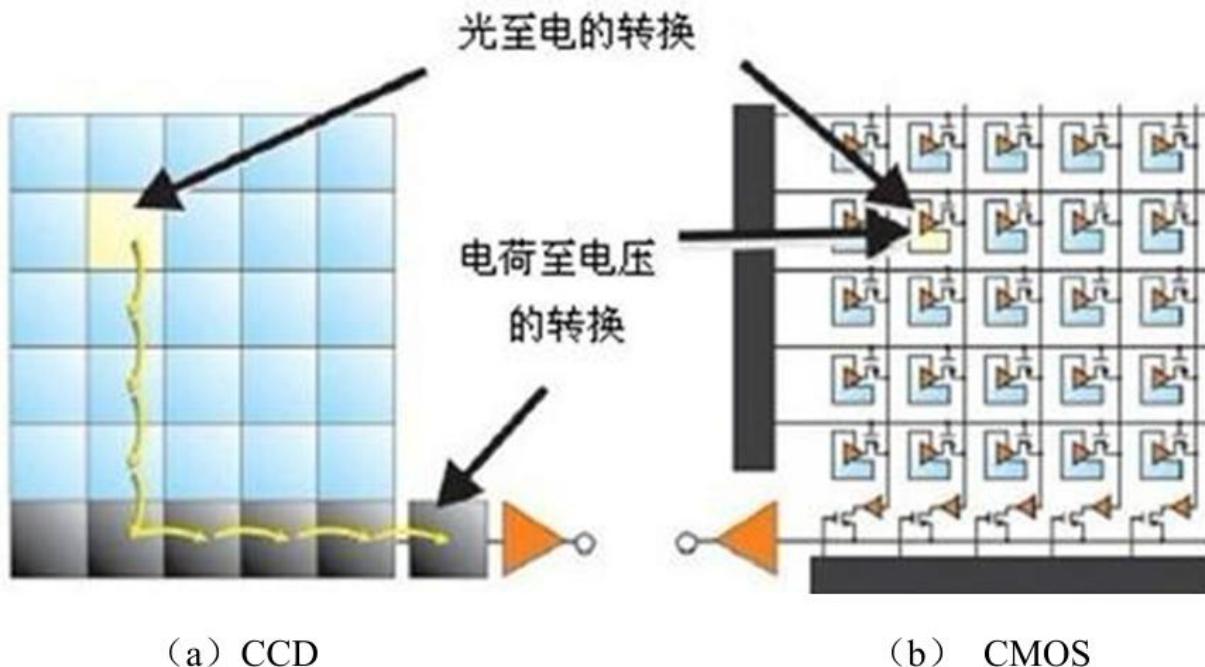


图 2-10 CCD 与 CMOS

1 CCD (Charge Coupled Device) — Thiết bị ghép điện tích

Mỗi điểm ảnh (pixel) của CCD **chuyển đổi ánh sáng thành điện tích (charge)**.

Sau đó, các diện tích được truyền tuần tự:

Dòng điện tích đi **từng cột** → **sang hàng** → **ra mạch đọc cuối cùng**.

Toàn bộ ảnh được đọc theo kiểu quét nối tiếp (sequential readout).

Ưu điểm:

Tín hiệu nhiễu thấp, độ nhạy sáng cao.

Ảnh có **chất lượng quang học** tốt, độ đồng đều cao.

Thích hợp cho **đo lường chính xác, thị giác máy công nghiệp**.

Nhược điểm:

Cần mạch điều khiển phức tạp.

Tốc độ chụp chậm hơn CMOS.

Tiêu thụ điện năng cao hơn.

2 CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor)

Mỗi pixel trên cảm biến CMOS có **mạch khuếch đại và chuyển đổi riêng biệt**.

Khi ánh sáng chiếu vào → mỗi pixel tự **chuyển đổi điện tích thành điện áp độc lập** → gửi ra mạch xử lý.

Tín hiệu được đọc **song song (parallel)** ở nhiều vùng cùng lúc → tốc độ cao.

Ưu điểm:

Tốc độ chụp nhanh hơn CCD rất nhiều.

Tiêu thụ ít điện năng.

Dễ tích hợp thêm mạch xử lý (ví dụ: khuếch đại, giảm nhiễu, A/D converter ngay trong chip).

Nhược điểm:

Độ nhiễu cao hơn, chất lượng hình ảnh không đồng đều bằng CCD.

Một số vùng sáng có thể bị sai lệch nhẹ (fixed pattern noise).

Tổng kết so sánh CCD và CMOS

Thuộc tính	CCD	CMOS
Nguyên lý đọc	Tuần tự (Sequential)	Song song (Parallel)
Cấu trúc	Điện tích chuyển từng hàng	Mỗi pixel đọc lập
Tốc độ	Trung bình / chậm	Nhanh hơn nhiều
Nhiều	Thấp	Cao hơn
Độ nhạy sáng	Cao	Trung bình
Tiêu thụ điện	Nhiều	Ít
Chất lượng hình ảnh	Rõ, ổn định	Đôi khi kém đồng đều
Giá thành	Cao	Thấp
Ứng dụng	Đo lường, kiểm tra chính xác	Robot, giám sát, tốc độ cao

Kết luận ngắn gọn:

CCD → chất lượng ảnh cao, độ ổn định tốt → dùng cho **đo chính xác**.

CMOS → tốc độ cao, tiêu thụ điện thấp → dùng cho **nhận dạng, điều khiển thời gian thực**.

2.2.4 芯片尺寸与分辨率 — Kích thước cảm biến và độ phân giải

◆ Hình minh họa 图 2-11 芯片芯片结构

2.2.4 芯片尺寸与分辨率

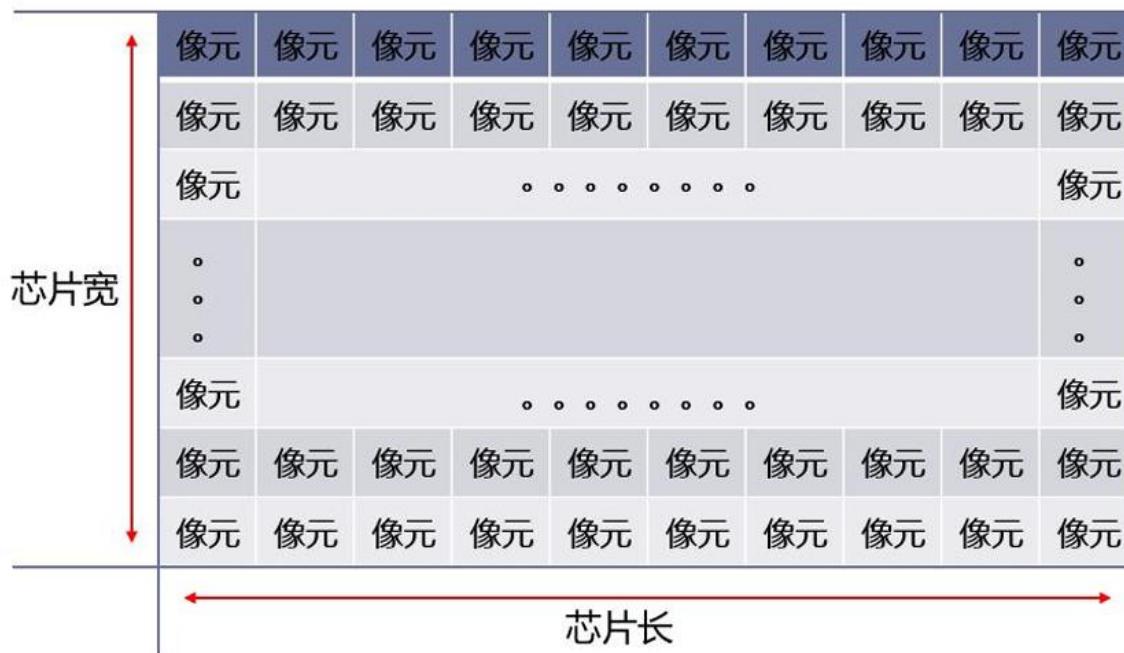


图 2-11 相机芯片

Chip cảm biến (Sensor Chip) gồm ma trận các phần tử cảm quang (pixel array).

Mỗi phần tử (像元 – pixel unit) ghi nhận ánh sáng tại vị trí đó.

Các pixel xếp theo hàng và cột, tạo thành ma trận ảnh.

1 Kích thước chip (Sensor Size)

Gồm hai thông số:

Chiều rộng (芯片长)

Chiều cao (芯片宽)

Kích thước thực tế phụ thuộc vào loại cảm biến:

Kích thước cảm biến Đường chéo (inch)

1/3"

≈ 6.0 mm

Ghi chú

Nhỏ – giá rẻ

Kích thước cảm biến Đường chéo (inch)		Ghi chú
1/2"	≈ 8.0 mm	Phổ biến
2/3"	≈ 11 mm	Cho ống kính độ phân giải cao
1"	≈ 16 mm	Cảm biến lớn, độ nhạy sáng cao

 Cảm biến càng lớn → ánh sáng thu được càng nhiều → ảnh rõ hơn, ít nhiễu hơn.

2 Độ phân giải (Resolution)

Là số lượng pixel mà chip chứa được:

Ví dụ:

$1920 \times 1080 \rightarrow 2.07$ triệu điểm ảnh ($\approx 2MP$)

$2448 \times 2048 \rightarrow 5.0MP$

$4096 \times 3000 \rightarrow 12.3MP$

Mỗi pixel càng nhỏ → độ phân giải càng cao → ảnh chi tiết hơn.
Tuy nhiên:

Pixel nhỏ thu ánh sáng ít hơn → dễ nhiễu hơn.

3 Mối quan hệ giữa kích thước chip và độ phân giải

Chip Size	Kích thước pixel	Số lượng pixel	Đặc điểm
Lớn	Pixel lớn hơn	Ít điểm ảnh	Độ nhạy sáng cao, nhiễu thấp
Nhỏ	Pixel nhỏ	Nhiều điểm ảnh	Độ phân giải cao, dễ nhiễu

 Vì vậy trong thiết kế thị giác máy:

Không phải “càng nhiều MP càng tốt”, mà phải **cân bằng giữa kích thước chip, pixel size và chất lượng ống kính.**

Tóm tắt chương 2.2.3 – 2.2.4

Hạng mục	CCD	CMOS
Cơ chế đọc	Tuần tự	Song song
Nhiều	Thấp	Cao
Tốc độ	Chậm	Nhanh
Ứng dụng	Đo chính xác	Tốc độ cao
Kích thước chip	1/3" – 1"	Đa dạng
Độ phân giải	1–50 MP	Rất rộng

Xu hướng hiện nay CCD giảm dần CMOS chiếm ưu thế

Tóm lại:

CCD thích hợp cho các hệ thống yêu cầu độ chính xác hình ảnh cao, ít nhiễu, như đo kích thước, hiệu chuẩn, MTF test.

CMOS phù hợp cho các ứng dụng cần tốc độ cao, linh hoạt, giá thành thấp, như robot định vị, băng tải nhanh.

Kích thước chip và độ phân giải ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng hình ảnh, độ nhạy sáng và lựa chọn ống kính.

2.2.4 芯片尺寸与分辨率（续）

→ Kích thước cảm biến và độ phân giải

◆ Bảng 图 2-12 芯片尺寸说明及示例

芯片类型	长 (mm)	宽 (mm)
1/4英寸	3.2	2.4
1/3英寸	4.8	3.6
1/2.5英寸	5.76	4.29
1/2.3英寸	6.16	4.62
1/2英寸	6.4	4.8
1/1.8英寸	7.18	5.32
2/3英寸	8.8	6.6
1英寸	12.8	9.6



图 2-12 芯片尺寸说明和示例

(Bảng kích thước cảm biến và ví dụ thực tế)

Ký hiệu cảm biến Chiều dài (mm) Chiều rộng (mm) Đường chéo (mm)

1/4"	3.2	2.4	4.0
1/3.6"	4.0	3.0	5.0
1/3"	4.8	3.6	6.0
1/2.5"	5.76	4.29	7.18
1/2"	6.4	4.8	8.0
1/1.8"	7.11	5.33	8.93
2/3"	8.8	6.6	11.0
1"	12.8	9.6	16.0

🔍 Giải thích:

Kích thước cảm biến (Sensor Size) không tính theo đường chéo vật lý thực, mà dựa theo chuẩn quy ước (inch type).

Ví dụ: cảm biến “1/2” không có nghĩa là đường chéo đúng 12.7 mm, mà chỉ là cách đặt tên tương đối (thực tế khoảng 8.0 mm)

1 inch = 25.4 mm, nhưng chuẩn “1 inch sensor” chỉ có ~ 16 mm đường chéo.

•

Cách tính gần đúng:

 Ví dụ:

$1/2"$ → đường chéo ≈ 8 mm

$1/3"$ → đường chéo ≈ 6 mm

$1"$ → đường chéo ≈ 16 mm

Minh họa **đường chéo cảm biến** (芯片尺寸) trong chip thực tế.

Đường chéo màu đỏ biểu thị “Sensor size” – chính là kích thước hữu hiệu (effective area) của vùng nhận sáng.

Ghi chú quan trọng:

Khi chọn ống kính cho camera:

Ống kính phải có vòng chiếu sáng (image circle) \geq kích thước cảm biến

→ nếu không sẽ bị **tối góc (vignetting)** hoặc **méo hình**.

Ví dụ thực tế:

Cảm biến $1/2.5"$ có kích thước 5.76×4.29 mm

Nếu bạn dùng ống kính FA-04-C-5MP (cho cảm biến tối đa $2/3"$) → **phù hợp**, ảnh sẽ sáng đều, không tối góc.

2.2.5 卷帘快门与全局快门

→ Màn trập cuộn (Rolling Shutter) và Màn trập toàn khung (Global Shutter)

1 Mục đích của màn trập (快门的作用)

Màn trập (Shutter) có nhiệm vụ **kiểm soát thời gian cảm biến nhận ánh sáng**.

Đơn vị đo là **giây (s)** hoặc **một phần giây (ms)**.

Quá trình chụp:

Khi màn trập mở → cảm biến bắt đầu **thu ánh sáng**.

Khi màn trập đóng → dừng ghi sáng, tiến hành **đọc dữ liệu pixel**.

◆ Có hai kiểu màn trập chính:

Loại màn trập	Tên tiếng Trung	Nguyên lý	Đặc điểm
Rolling Shutter	卷帘快门	Quét từng dòng (từng hàng pixel thu lần lượt)	Tốc độ cao, nhưng có thể bị méo khi vật chuyển động nhanh
Global Shutter	全局快门	Toàn bộ pixel thu sáng cùng lúc	Không méo hình, phù hợp cho thị giác máy

 **Hình minh họa** 图 2-13 卷帘快门

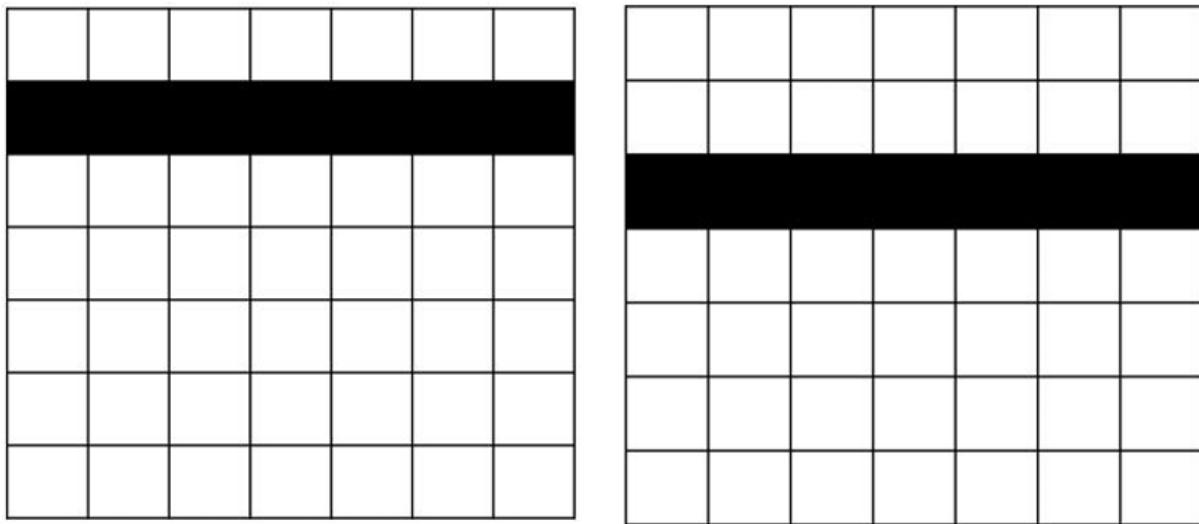


图 2-13 卷帘快门

Hình bên trái: mô phỏng **Rolling Shutter** — cảm biến đọc **từng hàng (row)** một.

Trong quá trình này, **vật di chuyển nhanh sẽ bị “nghiêng” hoặc “lệch”** vì phần trên và dưới của ảnh chụp ở các thời điểm khác nhau.

Hình bên phải: **Global Shutter** — toàn bộ cảm biến **nhận sáng cùng thời điểm**, sau đó đọc dữ liệu đồng loạt → hình ảnh **không bị méo**.



Giải thích trực quan:

Hiện tượng	Loại gây ra	Giải thích
Méo vật thể khi chuyển động	Rolling Shutter	Hàng trên và hàng dưới chụp ở các thời điểm khác nhau
Ảnh tĩnh, không méo	Global Shutter	Toàn bộ khung hình ghi sáng cùng lúc
Ứng dụng đo lường chính xác	Global Shutter	Loại bỏ lỗi hình học
Ứng dụng giám sát tốc độ cao	Rolling Shutter	Nhanh hơn, rẻ hơn



2 Ưu – Nhược điểm tóm tắt

Tiêu chí	Rolling Shutter	Global Shutter
Tốc độ đọc	Cao	Trung bình
Ảnh chuyển động nhanh	Méo (distortion)	Không méo
Giá thành	Thấp	Cao
Chất lượng ảnh	Trung bình	Rất cao
Ứng dụng	Giám sát, robot di động	Đo lường, định vị, kiểm tra chính xác

■ Kết luận:

Rolling Shutter (màn trập cuộn) phù hợp cho ứng dụng cần tốc độ cao, chi phí thấp, như robot, giám sát.

Global Shutter (màn trập toàn khung) phù hợp cho các hệ thống thị giác máy công nghiệp đòi hỏi **hình ảnh chính xác, không biến dạng**, ví dụ đo kích thước, kiểm tra lỗi, nhận dạng chi tiết đang chuyển động nhanh.

■ 2.2.5 卷帘快门与全局快门

→ **Màn trập cuộn (Rolling Shutter) và Màn trập toàn khung (Global Shutter)**

◆ **Toàn khung (全局快门 — Global Shutter)**

Hình 2-14 全局快门

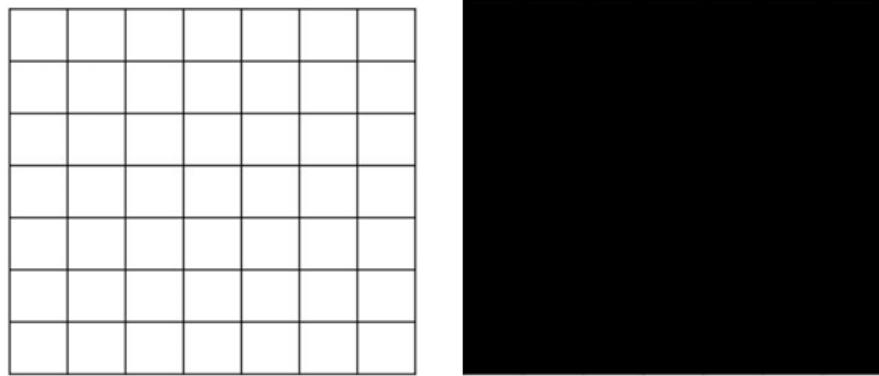


图 2-14 全局快门

■ Nguyên lý:

Toàn bộ cảm biến (sensor) nhận sáng cùng một lúc.

Sau khi toàn bộ điểm ảnh đều đã thu sáng xong, chip mới tiến hành **đọc dữ liệu đồng thời**.

 Điều này giúp đảm bảo:

Tất cả điểm ảnh trong khung hình được chụp **ở cùng thời điểm**.

Không bị lệch thời gian ghi sáng giữa phần trên và phần dưới của ảnh.

Kết quả:

- Hình ảnh của vật thể chuyển động **không bị méo hoặc lệch**.
- Đây là lý do **Global Shutter** được dùng trong **thị giác máy đo lường chính xác, robot định vị, kiểm tra sản phẩm di chuyển nhanh**.

◆ Cuộn (卷帘快门 — Rolling Shutter)

Hình 2-15 卷帘快门运动扭曲

对于运动的物体，卷帘快门可能会造成扭曲或者运动模糊的情况。



图 2-15 卷帘快门运动扭曲

Nguyên lý:

Cảm biến đọc tín hiệu **theo từng hàng (row)** — nghĩa là hàng trên thu sáng trước, hàng dưới thu sáng sau.

Khi vật thể di chuyển nhanh trong quá trình quét này → **mỗi phần của ảnh chụp ở thời điểm khác nhau**.

Kết quả:

Vật thể **bị méo, lệch hoặc nghiêng**.

Hiện tượng này gọi là **Rolling Shutter Distortion (biến dạng màn trập cuộn)**.

Hình ví dụ:

Cánh quạt quay nhanh, khi chụp bằng Rolling Shutter → hình cánh quạt bị **cong và vặn xoắn**.

Nguyên nhân: **mỗi dòng ảnh chụp ở thời điểm khác nhau khi quạt đang xoay** → vị trí cánh thay đổi liên tục.

▲ **Đặc biệt lưu ý (特别注意):**

Đối với các đối tượng chuyển động nhanh, ví dụ như:

Quạt quay, băng tải tốc độ cao, cánh máy bay, cánh quạt drone, robot di chuyển,

Hoặc các bài toán “flying capture” (chụp khi vật đang bay/di chuyển),

→ **Bắt buộc phải dùng camera có “Global Shutter”**

vì **Rolling Shutter** sẽ gây méo ảnh nghiêm trọng, ảnh hưởng đến kết quả đo hoặc định vị.



Tóm tắt so sánh

Tiêu chí	Rolling Shutter (卷帘快门)	Global Shutter (全局快门)
Cách đọc ảnh	Theo từng hàng (row)	Toàn bộ khung đồng thời
Thời điểm ghi sáng	Khác nhau giữa các hàng	Giống nhau trên toàn ảnh
Hiện tượng méo khi chuyển động	Có (bị lệch, cong, nghiêng)	Không có
Tốc độ chụp	Nhanh hơn	Trung bình
Giá thành	Thấp hơn	Cao hơn
Ứng dụng	Robot di động, camera thông thường	Thị giác máy chính xác, đo lường tốc độ cao



Tóm lại:

Global Shutter:

→ Toàn bộ pixel “chụp” cùng lúc → ảnh **chính xác, không méo**.

→ Thích hợp cho **thị giác máy công nghiệp, kiểm tra sản phẩm, đo lường, chụp chuyển động nhanh**.

Rolling Shutter:

→ Mỗi hàng ảnh ghi sáng ở thời điểm khác nhau → ảnh **có thể bị cong, lệch khi vật thể di chuyển**.

→ Dùng được cho **vật tĩnh hoặc chuyển động chậm** (camera giám sát, camera điện thoại...).

2.2.6 相机输出接口

→ Giao diện đầu ra của camera (Camera Output Interface)

相机的输出接口分为两种：

第一种为数据线，作用是传输图像；

第二种为电源 & 触发线，作用是供电、触发相机拍照。

Camera công nghiệp thường có **hai loại cổng đầu ra chính**:

1 Cổng dữ liệu (数据线 — Data Cable)

Chức năng:

→ Dùng để **truyền dữ liệu hình ảnh (image data)** từ camera đến máy tính hoặc bộ xử lý (industrial PC, vision controller...).

Các loại cổng dữ liệu thường gặp:

Chuẩn kết nối	Tốc độ	Khoảng cách tối đa	Ghi chú
USB 3.0 / USB 3.1	5–10 Gbps	~3–5 m	Phổ biến, cắm trực tiếp vào PC
GigE (Gigabit Ethernet)	1 Gbps	~100 m	Ôn định, thích hợp dây dài
Camera Link	2.3 Gbps	~10 m	Chuẩn công nghiệp tốc độ cao
CoaXPress (CXP)	6–12.5 Gbps / kênh	>50 m	Hiệu suất cực cao, dùng cho camera tốc độ cao
DisplayPort / HDMI	Dành cho hiển thị	Không dùng trong thị giác máy	

Vai trò chính:

Truyền hình ảnh (frame data) sau khi chụp → sang máy tính để xử lý (bằng phần mềm như Halcon, OpenCV, Cognex, Keyence...).

2 Cổng nguồn & kích hoạt (电源 & 触发线 — Power & Trigger Cable)

Chức năng:

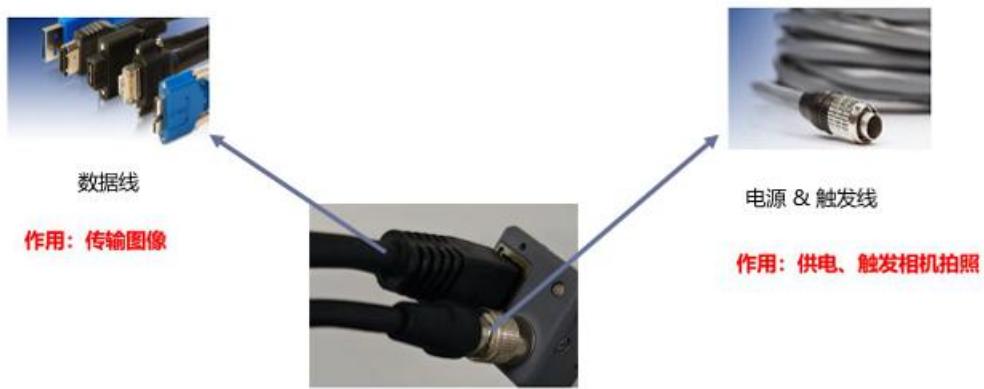
Cung cấp nguồn điện (Power Supply) cho camera hoạt động.

Truyền tín hiệu kích hoạt chụp (Trigger Signal) để đồng bộ thời điểm chụp ảnh.

Giải thích chi tiết:

Thành phần	Tên tiếng Trung	Chức năng
电源线	Power Cable	Cấp điện cho camera (thường 12–24VDC)
触发线	Trigger Line	Gửi tín hiệu “bắt đầu chụp ảnh” từ PLC hoặc cảm biến
I/O 线	Input/Output Line	Giao tiếp điều khiển (bật đèn, báo trạng thái, đồng bộ hóa)

◆ Hình minh họa 图 2-16



Cáp bên trái (数据线):

Màu đen, đầu cắm thường dạng USB 3.0 hoặc GigE RJ45

→ truyền dữ liệu hình ảnh đến bộ xử lý.

Cáp bên phải (电源&触发线):

Đầu nối tròn, ren khóa (thường là đầu M12 hoặc Hirose)

→ cáp nguồn + truyỀn tín hiệu Trigger đồng thời.

Trong ứng dụng thực tế:

Dây dữ liệu chỉ truyỀn hình ảnh, không cung cấp điện.

Dây nguồn & trigger đảm bảo đồng bộ thời điểm chụp với chuyển động của vật thể (ví dụ: băng tải, robot gấp sản phẩm).

Ví dụ ứng dụng thực tế:

Một camera công nghiệp kết nối vào máy tính công nghiệp (IPC) gồm:

① Cáp dữ liệu USB 3.0 (truyền ảnh 5MP ở 60 fps).

② Cáp nguồn & trigger kết nối với PLC, để khi cảm biến phát hiện vật đi qua, PLC gửi xung kích hoạt (trigger pulse) → camera chụp chính xác đúng thời điểm.

Tóm tắt sự khác biệt:

Loại dây	Chức năng chính	Đặc điểm vật lý	Tín hiệu
数据线 (Data Cable)	Truyền ảnh	USB/GigE/CoaX	Tín hiệu số (Digital Image Data)
电源&触发线 (Power & Trigger Cable)	Cáp điện, kích hoạt chụp	Dây tròn, ren khóa	Điện áp DC & tín hiệu trigger (TTL/24V)

Ghi chú kỹ thuật (quan trọng trong thị giác máy):

Trigger chính xác là yếu tố quan trọng giúp camera chụp đồng bộ với chuyển động → tránh mờ hoặc sai lệch vị trí.

Trong hệ thống đo lường, camera, đèn chiếu sáng, và băng tải thường **đồng bộ qua tín hiệu trigger** (thường là 24V xung vuông).

Tóm tắt:

Data cable → truyền hình ảnh.

Power & Trigger cable → cấp nguồn và kích hoạt chụp.

Hai loại cáp này đảm bảo camera **hoạt động ổn định và đồng bộ hóa** với hệ thống cơ điện tử.

2.2.6 (续) 相机输出接口

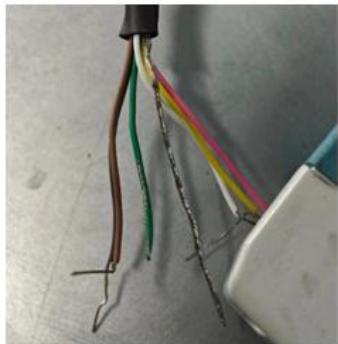
→ Giao diện đầu nối dây điện & trigger của camera

◆ Hình 2-17 相机线缆接口说明



管脚	信号	I/O类型	说明
1	12V电源	输入	电源+, +12V直流电源 (+5~+15V)
2	Opt-Iso In	输入	触发+, 光耦隔离输入
3	GPIO	输入或输出	可配置成输入或输出
4	Opt-Iso Out	输出	Strobe+, 光耦隔离输出
5	I/O Ground	输入	触发-, 信号地
6	Gnd	输入	电源地

端口 A (连接相机)



06PF-BF-A-5M 线缆线序		
管脚	线色	信号
1	白	+12V
2	棕	触发+
3	绿	+3.3V
4	黄	I/O
5	灰	触发地
6	粉	GND

端口 B (连接外部硬件)

图 2-17 相机线缆接口说明

(Giải thích chân tín hiệu và màu dây của cáp camera)

1 端口 A (Cổng A – Kết nối vào camera)

Cổng A là đầu nối tròn có khóa (thường là chuẩn Hirose hoặc M12 6-pin). Đây là đầu **gắn trực tiếp** lên thân camera, dùng để nhận nguồn cấp và tín hiệu kích chụp (trigger).

Sơ đồ chân & mô tả (bảng trên hình):

Chân	Tín hiệu (信号)	I/O loại	Mô tả (说明)
1	+12V 电源	输入 (Input)	Cấp nguồn +12V (hoặc +15V tùy model camera)
2	Opt-Iso In	输入 (Input)	Tín hiệu kích chụp cách ly quang (Trigger+)
3	GPI	输入 (Input)	Tín hiệu điều khiển chung (General Purpose Input)
4	Opt-Iso Out	输出 (Output)	Tín hiệu xuất trạng thái (Trigger output hoặc Strobe)
5	I/O Ground	接地 (GND)	Mass chung của tín hiệu điều khiển
6	+12V 电源地	电源接地	Mass của nguồn cấp

 **Opt-Iso** = Optical Isolation → Tín hiệu được cách ly quang để chống nhiễu và bảo vệ mạch camera.



2 端口 B (Cổng B – Kết nối ra thiết bị ngoại vi)

Cổng B là đầu còn lại của dây nối, thường có dạng **dây ròn 6 lõi** (multi-core cable). Đầu này được đấu vào **bộ điều khiển, PLC, hoặc bo điều khiển đèn/trigger**.

■ Mã dây – màu dây – tín hiệu (theo hình minh họa):

Chân	Màu dây	Tín hiệu (Signal)	Chức năng
1	Trắng (白)	+12V	Cấp nguồn cho camera
2	Nâu (棕)	触发+ (Trigger +)	Tín hiệu kích chụp dương
3	Xanh lá (绿)	+3.3V	Nguồn tham chiếu (đôi khi dùng cho tín hiệu logic)
4	Vàng (黄)	I/O	Cổng điều khiển chung hoặc xuất trạng thái
5	Xám (灰)	触发地 (Trigger GND)	Mass của tín hiệu kích chụp
6	Hồng (粉)	GND	Mass nguồn cấp điện

■ Ghi chú lắp đặt dây:

线缆安装要求说明：扎带紧固，避免弯曲折损。

→ *Yêu cầu khi lắp đặt dây:*

Cố định dây chắc chắn bằng kẹp hoặc ống dẫn cáp (cable chain).

Tránh uốn gấp, gập góc nhọn hoặc xoắn nhiều lần → dễ đứt lõi đồng bên trong.

Dây camera thường có lớp chống nhiễu (shielding) → phải nối mass đúng cách để tránh nhiễu điện từ (EMI).

◆ **Hình 2-18** 线缆安装示意图



图 2-18 线缆安装示意图

(Hình minh họa lắp đặt dây camera trong hệ thống công nghiệp)

Ba hình dưới mô tả các **cách bố trí dây tín hiệu trong dây chuyền thị giác máy**:

1 Trái:

- Dây camera gắn cố định trên robot hoặc đầu gắp (gripper).
- Phải đi theo máng cáp mềm (drag chain) để tránh gãy khi robot di chuyển.

2 Giữa:

- Ứng dụng trong **máy CNC hoặc dây chuyền tự động**.
- Dây đi trong ống bảo vệ chống gập, giúp tăng tuổi thọ.

3 Phải:

- Dây camera đi chung với cáp điều khiển robot, cuộn gọn, có vòng dự phòng (slack loop).
- Đảm bảo khi robot di chuyển, dây không bị kéo căng.

Tóm tắt kỹ thuật đấu nối dây camera

Thành phần	Mô tả	Chức năng chính
Nguồn +12V	Dây trắng	Cáp điện hoạt động cho camera
Trigger+ / Trigger-	Dây nâu, xám	Nhận tín hiệu kích chụp từ PLC hoặc cảm biến
I/O / Output	Dây vàng	Xuất tín hiệu đồng bộ đèn hoặc trạng thái chụp

Thành phần	Mô tả	Chức năng chính
GND / Shield	Dây hồng	Mass chung chống nhiễu
3.3V ref	Dây xanh	Tham chiếu tín hiệu logic

Thực tế trong hệ thống thị giác máy:

PLC → gửi xung Trigger đến chân “触发+”.

Camera → nhận trigger, tiến hành chụp ảnh.

Tín hiệu Output (I/O) có thể được camera gửi lại để điều khiển bật đèn chiếu sáng hoặc đồng bộ robot.

Tổng kết:

Mục	Thành phần	Ý nghĩa
A	Đầu nối camera	Nhận nguồn và tín hiệu trigger
B	Đầu dây ra thiết bị	Đầu nối với PLC, nguồn, đèn...
Yêu cầu lắp đặt	Dây có che chắn, tránh gập, cố định chắc chắn	
Ứng dụng	Kết nối camera – PLC – đèn chiếu – robot công nghiệp	

Tóm lại:

Phần này hướng dẫn cách hiểu sơ đồ chân và màu dây khi **đầu nối cáp nguồn + trigger** cho camera công nghiệp.

Việc đấu sai dây (đặc biệt là +12V và Trigger GND) có thể làm **hỏng camera**.

hoặc gây sai tín hiệu trigger.

Do đó, khi lắp đặt cần theo đúng sơ đồ chân (Pin Assignment) và sử dụng cáp chống nhiễu công nghiệp.

2.2.7 两种触发模式

→ Hai chế độ kích chụp (Trigger Mode)

◆ Giới thiệu tổng quan

触发模式分为两种：软触发与硬触发。

Có hai kiểu kích hoạt chụp ảnh:

① 触发 mềm (Soft Trigger) và ② 触发硬 (Hard Trigger).

1 软触发 (Soft Trigger) — Kích chụp mềm

Khái niệm:

Soft Trigger là chụp ảnh bằng phần mềm – tức là máy tính hoặc phần mềm xử lý hình ảnh gửi lệnh đến camera để bắt đầu chụp.

Ví dụ:

Trong phần mềm như Halcon, VisionPro, OpenCV... bạn gọi hàm “**GrabImage()**” hoặc “**Trigger Software Command**” → camera sẽ nhận lệnh và chụp ảnh.

Ứng dụng:

Dùng trong các hệ thống chụp tĩnh (static capture) — khi sản phẩm đứng yên dưới camera.

Không yêu cầu đồng bộ chính xác về thời gian.

Thường dùng cho bài test, lab, kiểm tra đơn giản, hoặc hiệu chuẩn (calibration).

💡 Sơ đồ minh họa 图 2-19 软触发接线示意

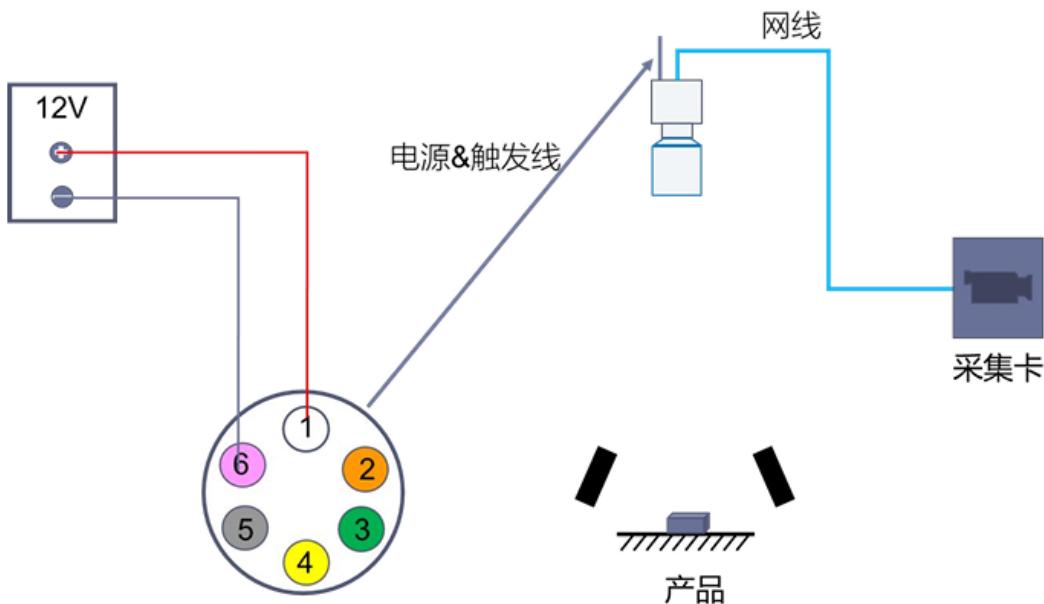


图 2-19 软触发接线示意图

图:

Camera kết nối **nguồn 12V** và **cáp dữ liệu (USB/GigE)** đến máy tính (**采集卡 – card thu hình hoặc PC**).

Phần mềm xử lý ảnh gửi lệnh “**chụp**” qua dây mạng (**网线**).

Camera **nhận lệnh** → **mở màn trập** → **chụp ảnh** → **gửi dữ liệu hình ảnh** trở lại máy tính.

■ Không cần PLC, chỉ cần dây nguồn + dây truyền dữ liệu.

⚙️ 2 硬触发 (Hard Trigger) — *Kích chụp cứng*

■ Khái niệm:

Hard Trigger là **chụp ảnh bằng tín hiệu phần cứng bên ngoài**, ví dụ:

PLC (bộ điều khiển logic lập trình)

Cảm biến (sensor) phát hiện vật đến

Robot controller gửi tín hiệu đồng bộ

→ Khi tín hiệu điện áp (thường 5–24VDC) được gửi tới **chân trigger của camera**, camera **chụp ngay lập tức**.

⚙️ Ứng dụng:

Dùng trong **chụp vật thể di chuyển**: băng tải, robot, dây chuyền sản xuất.

Phù hợp cho **ứng dụng thời gian thực (real-time capture)**, ví dụ:

Kiểm tra mã vạch khi sản phẩm chạy qua

Kiểm tra linh kiện di chuyển

Đo kích thước vật thể đang chuyển động

💡 Sơ đồ minh họa 图 2-20 硬触发接线示意

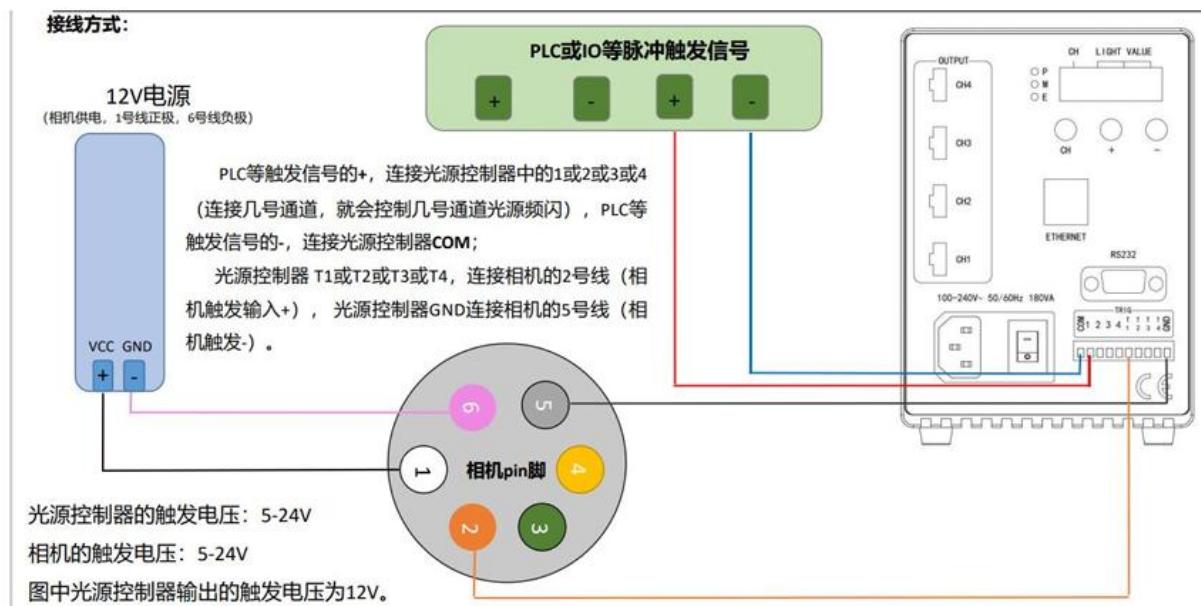


图 2-20 硬触发接线示意图

图:

Mô tả luồng kết nối:

- 1 PLC hoặc cảm biến phát hiện vật → xuất xung điện 24VDC.
- 2 Xung này đi vào **chân Trigger+ và Trigger-** của camera (chân 2 và 5 như phần trước).

- 3** Camera nhận tín hiệu → mở màn trập chụp ảnh.
 - 4** Ảnh được truyền về máy tính/IPC qua cáp mạng (GigE/USB).
- Có thể dùng tín hiệu từ encoder, photoelectric sensor, hoặc robot IO để đồng bộ chính xác thời điểm chụp.**
-

3 Công thức tính thời gian kích sáng

硬触发曝光时间计算: $t = S / 2V$

t – thời gian phơi sáng (Exposure Time)
 S – kích thước ảnh (theo chiều quét, mm)
 V – tốc độ di chuyển của vật (mm/s)

 Ý nghĩa:

Nếu vật di chuyển nhanh, thời gian phơi sáng phải **rất ngắn** để tránh mờ hình.

Nếu ánh sáng yếu, phải **tăng cường độ chiếu sáng** để bù lại thời gian phơi sáng ngắn.

Ví dụ:

Giả sử:

$S = 2 \text{ mm}$

$V = 0.01 \text{ m/s} = 10 \text{ mm/s}$,

→ ta có:

$$[t = S / (2V) = 2 / (2 \times 10) = 0.1 \text{ s} = 100 \text{ ms}]$$

→ Thời gian phơi sáng cần thiết là **0.1 giây (100ms)**.

Khi tốc độ băng tải hoặc robot tăng lên → phải giảm t xuống **0.01s (10ms)** hoặc **1ms**, và dùng đèn công suất cao hơn.

So sánh giữa Soft Trigger và Hard Trigger

Tiêu chí	Soft Trigger (软件触发)	Hard Trigger (硬件触发)
Phương thức	Lệnh phần mềm	Tín hiệu điện (5–24VDC)
Thiết bị điều khiển	PC / phần mềm	PLC / Sensor / Robot
Độ chính xác thời gian	Trung bình	Rất cao
Ứng dụng	Chụp tĩnh, kiểm tra đơn giản	Chụp động, dây chuyền công nghiệp
Cấu hình phần cứng	Đơn giản	Cần thêm I/O hoặc PLC
Độ tin cậy	Phụ thuộc vào phần mềm	Ôn định, chính xác hơn

Tóm tắt thực tế trong thị giác máy

Loại trigger	Đặc điểm	Ứng dụng
Soft trigger	Gửi lệnh bằng phần mềm, linh hoạt, không cần PLC	Dùng cho camera tĩnh, lab test
Hard trigger	Dùng tín hiệu điện 5–24V từ PLC, cảm biến	Dùng cho hệ thống công nghiệp, chụp vật thể đang di chuyển
Tốc độ phản ứng	10–50 ms (phụ thuộc hệ thống)	<1 ms (cực nhanh, ổn định)

Rất tuyệt 🙌 — hình này là phần 2.2.8 Luster 系列相机 (Dòng camera Luster) — mô tả hệ thống đặt tên, cấu trúc sản phẩm và thông số kỹ thuật của dòng camera công nghiệp Luster LBAS, vốn được dùng rất phổ biến trong thị giác máy công nghiệp (Machine Vision).

Dưới đây là phần giải thích chi tiết bằng tiếng Việt, để bạn hiểu rõ từng phần:

2.2.8 Luster 系列相机

→ Dòng camera công nghiệp Luster

◆ Giới thiệu chung

LBAS (Luster Brand Area Sensor) là dòng **camera công nghiệp** do **LUSTER LightTech** (凌云光) sản xuất — một thương hiệu lớn trong thị giác máy của Trung Quốc.

Các camera này được dùng rộng rãi trong:

Dây chuyền kiểm tra tự động,

Robot thị giác (robot vision),

Đo kích thước chính xác,

Nhận dạng mã vạch,

Kiểm tra bề mặt vật liệu, v.v.

Ưu điểm của dòng Luster LBAS

高速&低延时 (Tốc độ cao, độ trễ thấp)

无丢帧 (Không mất khung hình)

标准 GenICam 协议 (Tương thích chuẩn GenICam)

高稳定性 (Ôn định cao)

高性价比 (Giá thành hợp lý so với hiệu năng)

快速交付 (Sẵn hàng, giao nhanh)

 *Tóm lại:* Dòng camera này có ưu thế về **tốc độ**, **độ ổn định**, **độ tương thích** và **giá thành**, nên rất phù hợp với các hệ thống thị giác công nghiệp cần hiệu suất cao.

◆ Cấu trúc mã đặt tên (命名规则) – 图 2-21



图 2-21 Luster 相机命名规则

Ví dụ mã camera:

LYS – GE – 13 – 30 – M

Phần	Ý nghĩa	Giải thích
LYS	凌云相机系列 (Luster Camera Series)	Dòng camera thương hiệu Luster
GE	数据接口类型 (Loại giao tiếp dữ liệu)	GE = GigE, U3 = USB3.0, CL = Camera Link, v.v.
13	分辨率等级 (Độ phân giải – megapixel)	Ví dụ 13 → 1.3MP, 23 → 2.3MP, 50 → 5MP
30	帧率 (Frame Rate – tốc độ khung hình)	30 = 30 fps, 60 = 60 fps, v.v.
M	颜色类型 (Màu sắc)	M = Mono (đen trắng), C = Color (màu)

Ví dụ:

LYS-GE13-30M →

Camera dòng Luster, giao tiếp GigE, độ phân giải 1.3MP, tốc độ 30fps, ảnh đơn sắc.

◆ Bảng sản phẩm tiêu biểu – 图 2-22 LBAS 产品线

Luster 基石系列产品线：

产品型号	接口	分辨率	最高帧速	性能参数
LBAS-GE03-200M/C	网口	0.3MP 640×480	200fps	● 1/3" CCD 芯片,全局曝光, 7.4um 像元; 功率<3.4W@12VDC; 曝光时间20μs-1sec
LBAS-GE13-30M/C	网口	1.3MP 1280×960	30fps	● 1/3" CCD 芯片,全局曝光,3.75um 像元;功率<2.6W@12VDC; 曝光时间34μs-1sec
LBAS-GE23-30M/C	网口	2.3MP 1936×1216	30fps	● 1/1.2" CMOS芯片,全局,5.86um 像元;功率<3W@12VDC; 曝光时间26μs-0.1sec
LBAS-GE50-22M/C	网口	5MP 2592×2048	22fps	● 1" CMOS 芯片,全局曝光,4.8um 像元;功率<3.4W@12VDC, 曝光时间10us~10sec
LBAS-GE50-23M/C	网口	5MP 2448×2048	23fps	● 2/3" CMOS 芯片,全局曝光,3.45um 像元;功率<3.3W@12VDC,曝光时间20μs-10sec
LBAS-GE60-17M/C	网口	6MP 3072×2048	17fps	● 1/1.8" CMOS 芯片,卷帘曝光,2.4um 像元;功率<3.5W@12VDC曝光时间27us~2.5sec
LBAS-GE100-07M/C	网口	10MP 3840×2748	7fps	● 1/2.3" CMOS 芯片,卷帘曝光,1.67um 像元;功率<2.6W@12VDC曝光时间50us~2sec
LBAS-GE120-09M/C	网口	12MP 4096×3000	9fps	● 1.1" CMOS 芯片,全局曝光,3.45um 像元;功率<3.5W@12VDC; 曝光时间50us~2sec
LBAS-GE200-05M/C	网口	20MP 5472×3648	5fps	● 1" CMOS 芯片,卷帘曝光,2.4um 像元;功率<3W@12VDC; 曝光时间50us~2sec
LBAS-U313-170M/C	USB3	1.3MP 1280×1024	170fps	● 1/2"CMOS Python1300芯片, 全局曝光, 4.8um; 功率<3W@12VDC; 曝光时间: 11us~10sec
LBAS-U350-60M/C	USB3	5MP 2592×2048	60fps	● 1" CMOS 芯片,全局曝光,4.8um 像元; 功率<3.5W@12VDC; 曝光时间8μs-10sec

图 2-22 LBAS 产品线

Model	Giao tiếp	Độ phân giải	Tốc độ khung hình	Kích thước cảm biến	Ứng dụng / Ghi chú
LBAS-GE03-200M/C	GigE	0.3MP (640×480)	200 fps	1/3" CCD	Dùng cho tốc độ cao, kiểm tra vật thể nhỏ
LBAS-GE13-30M/C	GigE	1.3MP (1280×960)	30 fps	1/3" CMOS	Thông dụng, giá rẻ, tiêu chuẩn cơ bản
LBAS-GE23-30M/C	GigE	2.3MP (1936×1216)	30 fps	1/2" CMOS	Độ phân giải trung bình
LBAS-GE23-22M/C	GigE	5MP (2448×2048)	22 fps	2/3" CMOS	Chụp chi tiết, độ ổn định cao
LBAS-GE50-23M/C	GigE	5MP	23 fps	2/3" CMOS	Tương thích tốt với ống kính 5MP
LBAS-GE60-17M/C	GigE	6MP (3072×2048)	17 fps	1" CMOS	Phù hợp hệ thống kiểm tra độ phân giải cao
LBAS-GE120-10M/C	GigE	12MP (4096×3000)	10 fps	1.1" CMOS	Độ phân giải rất cao, kiểm tra vi cấu trúc
LBAS-U310-30M/C	USB 3.0	10MP	30 fps	1.1" CMOS	USB, tốc độ cao, không cần card mạng
LBAS-U350-	USB	5MP	60 fps	2/3" CMOS	USB tốc độ cao, chụp

Model	Giao tiếp	Độ phân giải	Tốc độ khung hình	Kích thước cảm biến	Ứng dụng / Ghi chú
60M/C	3.0				vật thể chuyển động nhanh

Trong đó:

“M” = **Mono (đen trắng)** → thường dùng trong đo kích thước, nhận dạng biên, độ chính xác cao.

“C” = **Color (màu)** → dùng trong kiểm tra in ấn, màu sắc, bề mặt.

🔍 Giao thức truyền thông (Communication Protocol)

Tất cả các dòng Luster đều hỗ trợ:

GigE Vision hoặc **USB3 Vision** tiêu chuẩn quốc tế,

Tương thích hoàn toàn với GenICam SDK, có thể dùng trên:

Halcon,

Cognex VisionPro,

LabVIEW,

OpenCV (qua SDK).

Ứng dụng thực tế

Ứng dụng	Mô tả
Kiểm tra sản phẩm (AOI)	Kiểm tra bảng mạch, linh kiện, in ấn, lắp ráp
Đo kích thước chính xác	Dùng camera đèn trắng độ phân giải cao
Robot định vị (Robot Vision)	Gắn trên tay robot, định vị & hiệu chỉnh
Nhận dạng bì mặt	Camera màu để phân biệt lỗi, sai màu, trầy xước
Hệ thống tốc độ cao	Dòng 60fps trở lên, dùng cho băng tải nhanh

Ghi chú thực tế:

Camera Luster có hiệu năng tương đương **Basler**, **Daheng**, **Hikrobot**, nhưng giá rẻ hơn 15–30%.

Tốc độ chụp (FPS) phụ thuộc vào:

Chuẩn giao tiếp (USB3.0 nhanh hơn GigE)

Kích thước cảm biến (sensor size)

Độ phân giải ảnh

Tóm tắt ý chính

Mục	Ý nghĩa
Luster LBAS	Dòng camera công nghiệp hiệu năng cao của Luster
Giao tiếp	GigE / USB3.0 / CameraLink
Độ phân giải	0.3MP – 12MP
FPS	10 – 200 khung/giây
Chuẩn tương thích	GenICam / GigE Vision / USB3 Vision
Ứng dụng	AOI, Robot Vision, Measurement, Inspection
Ưu điểm	Ôn định cao, giá hợp lý, không mất khung hình

Kết luận:

Dòng **Luster LBAS** là lựa chọn phổ biến cho các hệ thống **thị giác máy công nghiệp tại Trung Quốc và Việt Nam**, với các ưu điểm:

Giao tiếp tiêu chuẩn (GigE / USB3)

Hiệu suất ổn định

Độ phân giải đa dạng (0.3–12MP)

Phù hợp cho **ứng dụng đo, kiểm tra, nhận dạng và điều khiển robot chính xác cao.**

2.2.9 小结

→ **Tổng kết: Nguyên lý hoạt động và các thông số chính của camera kỹ thuật số**

1 Nguyên lý tạo ảnh của camera kỹ thuật số

(数字相机的成像原理)

Quy trình:

Ánh sáng → cảm biến → điện tích → tín hiệu điện → chuyển đổi A/D → dữ liệu ảnh → ảnh kỹ thuật số

Cụ thể:

Ánh sáng chiếu vào **cảm biến ảnh (sensor)**

Điện tích được tích lũy trên **điểm ảnh (pixel)**

Chuyển thành **tín hiệu điện**

Bộ chuyển đổi A/D biến tín hiệu điện thành số

Dữ liệu số được gửi qua cổng ra (USB/GigE) → tạo **ảnh số hóa**

2 CCD 与 CMOS

(So sánh hai loại cảm biến)

Loại cảm biến	Đặc điểm chính
CCD	Độ nhạy sáng cao, tỉ lệ tín hiệu/nhiều (SNR) tốt, hình ảnh chất lượng cao
CMOS	Tốc độ xử lý cao, tiêu thụ điện thấp, giá thành rẻ hơn

Kết luận:

→ CCD phù hợp cho đo chính xác, CMOS phù hợp cho tốc độ cao.

🔍 3 Kích thước chip và độ phân giải

(芯片尺寸和分辨率)

■ Mối quan hệ:

Độ phân giải = (Số điểm ảnh ngang × dọc)

Kích thước cảm biến = Kích thước điểm ảnh × số điểm ảnh

💡 Kích thước chip càng lớn → thu được nhiều ánh sáng → ảnh rõ và ít nhiễu hơn.
Ngược lại, điểm ảnh càng nhỏ → độ phân giải cao hơn nhưng dễ nhiễu.

4 Màn trập cuộn và toàn khung

(卷帘快门和全局快门)

Loại	Nguyên lý	Đặc điểm
Rolling Shutter (卷帘快门)	Quét lần lượt từng hàng	Dễ méo khi vật chuyển động
Global Shutter (全局快门)	Toàn bộ khung thu sáng cùng lúc	Không méo, phù hợp cho chụp vật chuyển động (flying capture)

■ Ứng dụng:

Global shutter → dùng cho robot, dây chuyền nhanh

Rolling shutter → dùng cho vật tĩnh hoặc tốc độ chậm

⚡ 5 Cổng xuất camera

(相机输出接口)

Gồm hai loại:

1 **Cổng dữ liệu (网口 / 数据线)** → truyền ảnh đến máy tính (USB3.0 / GigE)

2 **Cổng nguồn & trigger (电源 & 触发)** → cấp điện và nhận tín hiệu kích chụp từ PLC

■ Yêu cầu lắp đặt: dây phải được cố định chắc chắn, tránh gập, có chống nhiễu.

6 Kích chụp mềm và cứng

(软触发和硬触发)

Loại trigger	Cách hoạt động	Ứng dụng
Soft Trigger (软件触发)	Gửi lệnh chụp bằng phần mềm	Kiểm tra tĩnh, hiệu chuẩn
Hard Trigger (硬件触发)	Nhận tín hiệu điện từ PLC, cảm biến	Chụp vật đang di chuyển, Flying capture

 Hard Trigger giúp đồng bộ thời điểm chụp → cần thiết trong hệ thống công nghiệp.

7 Dòng camera Luster

(Luster 品牌相机)

Dòng camera **Luster LBAS** (凌云光 Luster)

Tích hợp **sensor, bộ xử lý, giao tiếp dữ liệu (GigE / USB3.0)**

Các yếu tố chính:

Giao tiếp (接口): GigE / USB3

Độ phân giải (像素): 0.3MP – 12MP

Tốc độ khung hình (帧率): 10–200 fps

Màu sắc (颜色): Đen trắng hoặc màu

 Dòng này có hiệu năng cao, giá tốt, phù hợp hầu hết ứng dụng AOI, đo lường, robot thị giác.

Tổng kết chung

Mục nội dung	Ý nghĩa kỹ thuật
Nguyên lý tạo ảnh	Chuyển ánh sáng → tín hiệu điện → dữ liệu số
Cảm biến (CCD/CMOS)	Quyết định chất lượng và tốc độ ảnh
Chip & Độ phân giải	Ảnh hưởng đến độ chi tiết và độ nhạy sáng
Màn trập	Ảnh hưởng đến méo hình khi chụp vật di chuyển
Cổng kết nối	Truyền dữ liệu và điều khiển trigger
Chế độ trigger	Điều khiển thời điểm chụp (phần mềm hoặc phần cứng)
Thương hiệu camera	Luster – chuẩn GenICam, hiệu năng cao

Kết luận cuối cùng:

Camera kỹ thuật số trong thị giác máy hoạt động dựa trên nguyên lý **chuyển đổi năng lượng ánh sáng thành dữ liệu số**.

Việc hiểu rõ loại cảm biến, kích thước chip, chế độ chụp, và giao tiếp là cơ sở để lựa chọn và thiết kế hệ thống camera công nghiệp phù hợp.