

# Digital Image Processing

## أولاً: مقدمة عامة (Introduction)



Digital Image Processing (DIP) هو العلم الذي يهتم بمعالجة الصور الرقمية بهدف:

- تحسين جودة الصور (Improving pictorial information)
- أو استخراج معلومات مفيدة منها لاستخدامها في رؤية الحاسب (computer vision)

بمعنى آخر، نحول الصورة التي الكاميرا أو الـ Sensor يلتقطها إلى بيانات رقمية ونبدأ نطبق عليها خوارزميات (Algorithms).

## ما هي الصورة؟ (What is an Image?)

الصورة (Image) يمكن اعتبارها دالة رياضية (Mathematical Function) بالشكل التالي:  $f(x, y)$

$x$  و  $y$  هما الإحداثيات المكانية (Spatial Coordinates).

$f(x, y)$  تمثل شدة الإضاءة (Intensity or Brightness).

وعندما تكون كل من  $x$ ,  $y$ ,  $f$  قيم منفصلة (Discrete values)، نحصل على: **Digital Image**

وكل نقطة في الصورة تُعرف باسم: **Pixel (Picture Element)** (وهو أصغر عنصر مكون للصورة الرقمية).

## لماذا نستخدم المعالجة الرقمية؟ (Why DIP?)

### 1. Image Enhancement :

تحسين الصور لتسهيل تفسيرها من قبل الإنسان (مثل إزالة الضوضاء أو زيادة الوضوح).

### 2. Extending human vision :

الإنسان يرى فقط الضوء المرئي (Visible Light)، لكن الكمبيوتر يمكنه التعامل مع نطاقات متعددة من الطيف الكهرومغناطيسي (Electromagnetic Spectrum) مثل:

Radio waves

Microwaves

Infrared

Ultraviolet

X-rays

Gamma rays

### 3. Processing of image data for :

- التخزين (Storage)
- النقل (Transmission)
- التمثيل والفهم (Representation) كما في Computer Vision.

## ◆ الفرق بين Image Processing, Image Analysis, and Computer Vision

المجال	INPUT JI (المدخل)	OUTPUT JI (المخرج)	الوصف
Image Processing (Low-Level)	Image	Image	دي المرحلة الأبسط والأولية في المعالجة. الهدف منها تحسين جودة الصورة نفسها، زي تقليل الضوضاء (Noise Reduction) أو تحسين التباين (Contrast Enhancement).
Image Analysis (Mid-Level)	Image	Features	استخراج خصائص وقياسات من الصورة Segmentation, Feature Extraction = Edge (detection)
Computer Vision (High-Level)	Image / Features	Knowledge / Decision	فهم المحتوى واتخاذ قرارات (مثل التعرف على الأشياء أو النصوص).

## ◆ مصادر الصور

الصور لا تأتي فقط من الكاميرات العادية، ولكن من مصادر طاقة مختلفة:

1. Gamma Rays (PET)

2. X-rays (CT)

3. Ultraviolet (UV)

4. Visible & Infrared (IR)

5. Microwave (Radar)

6. Radio Waves (MRI)

7. Ultrasound (سونار)

8. Electron Microscopy

9. Computer-generated

## ◆ نبذة تاريخية (Historical Background)

- في البداية كانوا يعتمدوا على submarine cables, لكن بعد ذلك طوروها الى Bartlane cables لتقليل وقت توصيل الصور من أسابيع لعدة ساعات فقط.
- استخدمت NASA تقنيات DIP لتحسين صور القمر من مركبة \*Ranger 7\* عام 1964 وتصحيح التشوهات (Distortion).

## ◆ تطبيقات الـ DIP (Applications)

بعد ما عرفنا منين الصور بتيجي، دلوقتي نشوف بنستخدمها في إيه.

### 1. Medical Imaging 🏥

تطبيق رئيسي. يُستخدم لتحليل وتشخيص الحالات المرضية (CT, MRI, PET). الهدف: تحسين الصورة. إزالة التشويش، تحليل الأنسجة. و 3D Reconstruction.

### 2. Remote Sensing 🛰️

صور من الأقمار الصناعية (LANDSAT) بعدة نطاقات (Multispectral). الاستخدامات: مراقبة الزراعة، تتبع الأعاصير، خرائط الأراضي والمياه.

### 3. Industrial Inspection ⚙️

الفحص البصري الآلي (Automated Visual Inspection) في خطوط الإنتاج. أمثلة: فحص الـ PCB، جودة المنتجات والزجاجات.

### 4. Astronomy 🌌

معالجة الصور الملتقطة بالتلسكوبات. الهدف: إزالة الضوضاء وتحسين الرؤية لرصد الأجرام البعيدة.

### 5. Biometric & Security 🔒

التطبيقات: Face Recognition, Fingerprint Scanning, License Plate Detection, Currency Verification. الهدف: تحديد الهوية والأمان.

### 6. Robotics & Autonomous Systems 🤖

تكوين "رؤية الآلة" (Machine Vision). الاستخدامات: Self-driving Cars, Drones, Industrial Robots.

### 7. Environmental & Agricultural 🌱

من صور الأقمار و Drones: تتبع الغطاء النباتي، مراقبة الجفاف أو التلوث، تحليل جودة المياه والهواء (يعتمد على Infrared Band).

## ◆ Components of a General-Purpose Image Processing System

الجزء ده بيوضح المكونات الأساسية لأي نظام بيعالج صور بشكل عام.

المرحلة	الوصف
1. Image Acquisition	التقاط الصورة باستخدام Camera أو Sensor وتحويلها لصورة رقمية.
2. Pre-processing	تحسين مبدئي للصورة مثل: <div>Contrast &amp; Brightness Adjustment</div> <div>Noise Reduction</div> <div>Sharpening</div>

المرحلة	الوصف
3. Transformation & Representation	تشمل Color Processing & Multiresolution (Wavelets) و Compression لتجهيز الصورة للتحليل أو التخزين.
4. Image Analysis	تحليل مكونات الصورة عبر: + Morphological Processing + Feature Extraction Segmentation
5. Recognition & Decision Making	التعرف على الكائنات داخل الصورة واتخاذ القرار اعتمادًا على Knowledge Base.

## ◆ مكونات نظام معالجة الصور (System Components)

أي نظام معالجة صور مكوّن من:

- **Image Sensors** - مثل كاميرات CCD.
- **Specialized Hardware** - مثل Frame Grabbers أو GPU لمعالجة أسرع.
- **Computer** - لتنفيذ الخوارزميات والتحليل.
- **Software** - مثل MATLAB, OpenCV, Python.
- **Mass Storage** - لتخزين الصور والبيانات الضخمة.
- **Display Devices** - شاشات عرض عالية الدقة.
- **Hardcopy Devices** - طابعات طبية أو ليزيرية.
- **Network** - لنقل الصور عبر الإنترنت أو السُحُب (Cloud / Telemedicine).