



# Planificaciones

6761 - Fund. Matemáticos de la Visión en Robót.

Docente responsable: GONZALEZ PABLO SEBASTIAN

## OBJETIVOS

- Estudiar el proceso de formación de la imagen.
- Incorporar pautas de selección y diseño de los componentes de los sistemas de visión para máquinas.
- Estudiar distintas técnicas de manipulación digital de la imagen.
- Integrar las técnicas referentes a la percepción de la estructura espacial a partir de imágenes.
- Comprender el problema del reconocimiento de objetos

## CONTENIDOS MÍNIMOS

-

## PROGRAMA SINTÉTICO

- Formación de la imagen. Hardware de visión para máquinas.
- Adquisición de imágenes. Discretización y cuantización.
- Procesamiento de imágenes. Operadores puntuales y sobre vecindarios.
- Filtrado lineal. Transformaciones. Operaciones morfológicas.
- Detección y ajuste de características. Esquinas y bordes.
- Detección de contornos y rectas. Matching.
- Segmentación de imágenes.
- Estructura geométrica. Reconstrucción 3D.
- Reconocimiento de objetos. Redes neuronales

## PROGRAMA ANALÍTICO

### 1 Introducción

Breve reseña de la materia. Aplicaciones típicas industriales. Integración con robots.

### 2. Formación de la imagen

#### 2.1. Luz

Luminancia, iluminancia, BDRF, iluminación global, reconstrucción 3D por sombras. Modelo del color (RGB, XYZ,  $L^*a^*b^*$ , modelo del ojo humano). Descomposición espectral. Técnicas de iluminación: según ángulo sólido del iluminador (puntual, difusa); según incidencia (frontlight, brightfield, darkfield, backlight). Fuentes de iluminación. Equipos iluminadores. Láseres proyectores de patrones; aplicación en triangulación.

#### 2.2. Lentes

Clasificación. Modelo geométrico. Parámetros de las lentes: distancia focal y apertura. Círculo de confusión. Profundidad de campo. Difracción (disco de Airy). Aberraciones. MTF. Formato. Montaje e intercambiabilidad. Tubos de extensión. Equipos comerciales, criterios de selección.

#### 2.3. Cámaras y procesadores

Tipos (matriciales, lineales, térmicas, inteligentes). Principios de funcionamiento y tecnologías (CCD-CMOS). Parámetros de los sensores: tamaño, resolución, pitch, fill factor, eficiencia cuántica, SNR, rango dinámico. Cámaras color, patron Bayer y multispectrales. Interfases. Equipos comerciales, criterios para cálculo y selección. Adquisidores y procesadores. Protocolos de comunicación (Camera Link, GigE Vision, USB 2.0/3.0). Ventajas y desventajas de cada uno.

### 3. Adquisición de imágenes

Definición del AOI. Muestreo. Transformada de Fourier. Aliasing. Reconstrucción; función sinc, interpolación lineal. Cuantización en imágenes monocromáticas y color. Imágenes binarias. Imágenes de disparidad. Nubes de punto.

#### 4. Procesamiento de imágenes

##### 4.1. Operadores lineales

Operadores puntuales. Binarización. Histograma; ecualización. Operadores sobre vecindarios. Efecto de bordes (padding). Convolución. Filtros pasa banda y filtros direccionables. Filtros recursivos (IIR). Imágenes integrales. Transformaciones geométricas: traslación, rotación, escalamiento. Transformaciones afines y proyectivas.

##### 4.2. Operadores no lineales y Multi-resolución

Filtros de mediana y bilaterales. Suavizado adaptado. Operadores morfológicos; erosión, dilatación, apertura, cierre. Componentes conexos. Blobs. Onditas y representación en pirámides.

#### 5. Detección y ajuste de características

Características locales: esquinas, bordes y líneas. Detectores. Función de autocorrelación. Invariancias. Descriptores invariantes; SIFT. Clasificación y matching por kNN. Ajuste; mínimos cuadrados, RANSAC. Contornos por enlazamiento de elementos de borde. Transformada de Hough. Características globales, perímetro, área, circularidad. Momentos espaciales, centroide, orientación. Momentos de Hu.

#### 6. Segmentación

Contornos activos. Condensation. Algoritmos split-merge. Mean-shift. Segmentación sobre nubes de puntos.

#### 7. Estructura geométrica

Estratos métricos, euclídeo, afín y proyectivo. Modelo de la cámara revisado; parámetros intrínsecos y extrínsecos. Geometría epipolar; estereometría.

#### 8. Reconstrucción

Alineación basada en características 2D y 3D. Estimación de la POSE. Metrología con una vista. Metrología por triangulación. Tipos de patrones y fuentes de proyección. Esquema de triangulación y ecuaciones para el cálculo de profundidad. Límite físico para la resolución con proyectores láser. Reconstrucción 3D.

#### 9. Reconocimiento de objetos

Histograma de gradientes aplicado a la clasificación. Perceptrón simple. Aprendizaje supervisado. Set de entranamiento y de evaluación. Redes neuronales Feed Forward con aprendizaje Backpropagation. Problema de la clasificación y de la regresión. Redes convolucionantes. Aspectos de implementación; capacidad de generalización y sobre-entrenamiento, normalización, regularización, drop-out, training set augmentation. Transfer learning.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Szeliski R. (2011), Computer vision algorithms and applications, Springer, London; New York.
- [2] Fu, Gonzalez C., Lee C.S.G. (1987), Robotics : control, sensing, vision, and intelligence, McGraw-Hill, New York.
- [3] Hartley R. and Zisserman A. (2003), Multiple View Geometry in Computer Vision (2 ed.). Cambridge University Press, New York, NY, USA.
- [4] Horn K. P. (1986). Robot Vision. MIT Press, Cambridge, MA, USA.
- [5] Forsyth D. and Ponce J. (2002), Computer Vision: A Modern Approach, Prentice Hall Professional Technical Reference
- [6] Bradski A. (2008), Learning OpenCV, O'Reilly Media
- [7] Stockman G. and Shapiro L. (2001). Computer Vision. Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, NJ, USA.

## RÉGIMEN DE CURSADA

### Metodología de enseñanza

Consiste en el desarrollo de la teoría y la revisión de ejercicios de aplicación.

En los trabajos prácticos de laboratorio se realiza la implementación de programas de computadora en lenguaje Python utilizando software de procesamiento específico como OpenCV y TensorFlow. Se trabaja además en el laboratorio con la plataforma Jupyter.

El curso está estructurado de la siguiente manera: 1 clases teórica y 1 clase de laboratorio, cada una de 3 horas por semana.

### Modalidad de Evaluación Parcial

En la evaluación parcial se toman 2 o 3 temas teórico/prácticos semejantes a los realizados durante las clases.

No se requiere memorizar fórmulas.

**CALENDARIO DE CLASES**

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 09/03 al 14/03	Unidad 1 y 2	Revisión de temas básico				1)
<2> 16/03 al 21/03	Unidad 2.1	Métodos de iluminación: Casos.				1)
<3> 23/03 al 28/03	Unidad 2.2	Selección de lentes en función de FOV, WD y Resolución (MTF).				1), 3)
<4> 30/03 al 04/04	Unidad 2.3	Selección de cámaras en función de lentes, frame rate, resolución e interfaz.				5), 6)
<5> 06/04 al 11/04	Unidad 3	Eje y ángulo de rotaciones.				5), 6)
<6> 13/04 al 18/04	Unidad 4.1					2)
<7> 20/04 al 25/04	Unidad 4.2					2)
<8> 27/04 al 02/05	Unidad 5	RANSAC				7), 8)
<9> 04/05 al 09/05	Unidad 5	Transformada de Hough				4), 10)
<10> 11/05 al 16/05	Unidad 6					4), 10), 11), 12)
<11> 18/05 al 23/05	Unidad 7					11)
<12> 25/05 al 30/05	Unidad 7	Evaluación parcial				9)
<13> 01/06 al 06/06	Unidad 8					
<14> 08/06 al 13/06	Unidad 8					
<15> 15/06 al 20/06	Unidad 9					
<16> 22/06 al 27/06	Unidad 9					

## CALENDARIO DE EVALUACIONES

### Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º	12	27/05	18:30	
2º	15	17/06	18:30	
3º	16	24/06	18:30	
4º				