



ACUSE

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

"2015, Año del Generalísimo José María Morelos y Pavón"

Subdirección de Posgrado

SP/037/15

5 de febrero de 2015.

04

Dr. Sergio Rosario Salazar Cruz
Coordinador Académico
Sistemas Autónomos de Navegación Aérea y Submarina
P r e s e n t e

En respuesta a su oficio del 20 de enero del año en curso, en el que solicita la incorporación de los cursos "Robótica Médica" y "Probabilidad y Procesos Estocásticos"; así como los seminarios "Álgebra Lineal Aplicada a Teoría de Control" y "Dibujo Asistido por Computadora", me permito informar a usted que los mencionados cursos y seminarios han quedado registrados de acuerdo con su comunicación.

Respecto a los cursos "Visión para el Control de Robots Móviles", "Control de Sistemas Lineales" y "Sistemas de Control de Embarcados" ya se encontraban registrados en el Sinac.

Sin otro particular de momento, aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

Atentamente,

Mtra. María Eugenia Romero Valencia
Subdirectora de Posgrado



06 FEB 2015

MERV'sec

México, D.F. a 20 Enero, 2015.

C. Socorro Torres Ocaña

Jefe del Departamento de Servicios Escolares
Presente

Estimada Soco:

Por este conducto me dirijo a usted para solicitar se den de alta los siguientes cursos para el "**C1-2015** de la **Maestría** en Ciencias "Sistemas Autónomos de Navegación Aérea y Submarina" (SANAS).

El C1-2015 será impartido del 12 de enero al 30 de abril, del presente año.

NOMBRE DEL PROFESOR	MATERIA (SANAS)
Dr. Hugo Romero Trejo Profesor - Investigador Dr. Gerardo Flores Colunga.-Profesor	Visión para el Control de Robots Móviles ✓
Dr. Eduardo Steed Espinoza Quesada Profesor - Investigador	Control de Sistemas Lineales ✓
Dr. Iván González Hernández Profesor - Investigador	Sistemas de Control de Embarcados. ✓
Dr. Wen Yu Liu	Robótica Médica OK
Dr. Jesús Ricardo Gutiérrez López	Seminario: Álgebra lineal aplicada a teoría de control. OK
Dr. Eduardo Campos Mercado	Seminario: Dibujo Asistido por Computadora. OK

DOCTORADO:

NOMBRE DEL PROFESOR	MATERIA (SANAS)
Dr. Manuel Mauricio Lara Barrón Profesor - Investigador	Probabilidad y Procesos Estocásticos OK

Sin más por el momento reciba un cordial saludo.

Atentamente

Sergio Salazar Cruz
Dr. Sergio Salazar Cruz
Coordinador Académico de la Maestría SANAS

163162

[Handwritten signature]

Curso de Visión para el Control de Robots Móviles (60 horas)

Objetivo. Proporcionar al alumno los conocimientos y habilidades para desarrollar y aplicar los algoritmos y herramientas de la visión artificial para la localización espacial de sistemas robóticos móviles.

Descripción: El presente curso está dividido en nueve unidades que comprenden desde los conceptos básicos de la visión artificial, pasando por el pretratamiento de imágenes y llegando hasta la aplicación de estas técnicas y algoritmos enfocados en el control de robot móviles. Los desarrollos y aplicaciones están basados en Matlab y OpenCV.

1. Introducción.

1.1. Preliminares.

- 1.1.1. Que es la visión artificial.
- 1.1.2. ¿Por qué de su dificultad?
- 1.1.3. Cuales pistas utiliza el ser humano para bien percibir.
- 1.1.4. Representaciones RGB, HSV, BW.
- 1.1.5. Introducción a Matlab y OpenCV.
- 1.1.6. Áreas de aplicación.

1.2. Herramientas matemáticas

- 1.2.1. Repaso de álgebra lineal.
- 1.2.2. Transformada de Fourier.
- 1.2.3. Wavelets.
- 1.2.4. Tipos de vecindades.
- 1.2.5. Convolución.
- 1.2.6. Imagen integral.

2. Pretatamiento.

2.1. Modificación del Histograma

- 2.1.1. Expansión dinámica.
- 2.1.2. Ecualización del histograma.
- 2.1.3. Especificación del histograma.

2.2. Reducción de ruido.

- 2.2.1. Modelos de ruido en la imagen (Aditivo, multiplicativo, gaussiano, etc.).
- 2.2.2. Filtros lineales estacionarios.

- 2.2.2.1. *Caso continuo.*
- 2.2.2.2. *Ejemplos de filtros reductores de ruido.*
- 2.2.2.3. *Caso discreto.*
- 2.2.2.4. *Problemas relacionados a la implementación de los operadores.*
- 2.2.3. *Filtros no lineales estacionarios.*
 - 2.2.3.1. *Filtros de orden.*
 - 2.2.3.2. *Filtros homomórficos.*
 - 2.2.3.3. *Filtrado morfológico.*
- 2.2.4. *Filtros adaptables.*
 - 2.2.4.1. *Media adaptable.*
 - 2.2.4.2. *Filtro de rango adaptable.*
 - 2.2.4.3. *Media truncada adaptable.*
 - 2.2.4.4. *Filtraje por tamaño adaptable de la ventana de análisis.*
- 2.2.5. *Tratamiento de ruido multiplicativo.*
 - 2.2.5.1. *Algoritmo de Lee.*

2.3. Aumento de contraste.

- 2.3.1. *Métodos lineales.*
 - 2.3.1.1. *Métodos basados en el Laplaciano.*
 - 2.3.1.2. *Métodos inversos.*
- 2.3.2. *Filtraje de orden adaptable.*
- 2.3.3. *Métodos morfológicos.*

3. Detección de Puntos Característicos.

3.1. Detectores de puntos característicos.

- 3.1.1. *Detección de esquinas.*
 - 3.1.1.1. *Detector de Harris.*
 - 3.1.1.2. *Detector de Canny.*
- 3.1.2. *Detección de bordes.*
 - 3.1.2.1. *Laplaciano.*
 - 3.1.2.2. *Gradiente.*
 - 3.1.2.3. *Sobel.*
- 3.1.3. *Transformada de Hough.*
- 3.1.4. *Transformada de Fourier.*
- 3.1.5. *Representación piramidal.*
 - 3.1.5.1. *Representación piramidal gaussiana.*
- 3.1.6. *Algoritmos robustos de seguimiento de puntos.*
 - 3.1.6.1. *Algoritmo SIFT.*
 - 3.1.6.2. *Algoritmo SURF.*

4. Reconocimiento de Objetos.

4.1. Modelo de clasificadores.

4.1.1. Aprendizaje supervisado.

4.1.1.1. Modelo paramétrico

4.1.1.2. Modelo no paramétrico.

4.1.2. Aprendizaje no supervisado.

4.2. Clasificador estadístico.

4.2.1. Clasificador Bayesiano.

4.3. Clasificador basado en redes neuronales.

4.3.1. Arquitectura.

4.3.2. Aprendizaje.

4.3.3. Clasificación utilizando redes neuronales.

4.4. Algoritmo Haartraining (método de Viola and Jones).

5. Calibración de la Cámara.

5.1. Modelado de la cámara.

5.2. Relaciones geométricas.

5.3. Proceso de calibración de la cámara.

5.4. Corrección de la distorsión.

6. Estimación de la "Pose".

6.1. Algoritmo de "Plane pose based".

6.2. Algoritmo NPN.

7. Stereo-Vision.

7.1. Geometría epipolar.

7.2. Correspondencias stereo.

7.3. Matriz fundamental y Esencial.

7.3.1. Método Ransac.

7.3.2. Método M-estimador.

7.3.2.1. Algoritmo de partición en bloques.

8. Flujo Óptico

8.1. Métodos de flujo óptico.

8.1.1. Métodos de correlación de fase.

8.1.2. Métodos diferenciales.

8.2. Implementación del algoritmo de Lukas Kanade.

9. Implementación práctica.

9.1. Sistema de posicionamiento local.

9.2. Sistema embarcado para la navegación.

9.2.1. Implementación en la tarjeta Beagle.

9.2.2. Implementación en la tarjeta Udroid-U2.

Bibliografía:

[1] "Multiple view geometry on computer vision", R. Hartley and A. Zisserman. Second Edition. Cambridge University Press, 2003.

[2] "The Geometry of Multiple Images: The Laws That Govern the Formation of Multiple Images of a Scene and Some of Their Applications", O. Faugeras, Q.T. Luong and T. Papadopoulos. MIT Press, 2001.

[3] "Digital Image Processing", R. C. Gonzalez and R. E. Woods. Third Edition. Prentice Hall, 2007.

[4] "Vision par ordinateur: outils fondamentaux", R. Horaud and O. Monga, Second Edition. Editions Hermes, 2003.

[5] "Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library", First Edition. O'Reilly, 2008.

Temario de Sistemas Lineales

1. Descripción de sistemas lineales invariantes en el tiempo
 - 1.1. Descripción en el dominio del tiempo: Representación de estado.
Matriz de transición de estados. Valores característicos de la matriz A .
 - 1.2. Descripción en el dominio de la frecuencia: Matriz de transferencia de sistemas.
Forma racional. Matrices de transferencia y sus propiedades.
Forma de Smith Mc-Millan. Polos y ceros de transmisión.
2. Controlabilidad, observabilidad y dualidad de sistemas invariantes en el tiempo
 - 2.1. Controlabilidad: Definición y criterios. Grammiano de controlabilidad.
Rango de la matriz de controlabilidad de Kalman, prueba PBH.
 - 2.2. Observabilidad: Definición y criterios. Grammiano de observabilidad. Dualidad.
Descomposición canónica de Kalman
3. Teoría de realizaciones
 - 3.1. Problema de realización. Parámetros de Markov.
 - 3.2. Invariancia de los parámetros con respecto a cambio de coordenadas.
 - 3.3. Planteamiento general del problema de realización.
Definición de realización y realización mínima de una función de transferencia.
 - 3.4. Construcción de una Realización. Realizaciones controlable, observable y diagonal (Jordan).
 - 3.5. Teorema de construcción de una realización mínima.
Realización de una secuencia de parámetros de Markov.
4. Estabilidad
 - 4.1. Conceptos y teoremas básicos para sistemas lineales invariantes en el tiempo.
 - 4.2. Estabilidad asintótica y Estabilidad exponencial.
 - 4.3. Teorema de estabilidad de Lyapunov.
 - 4.4 Criterio de estabilidad de Lyapunov. Calculo de cotas exponenciales.
 - 4.5. Criterios básicos en el dominio de la frecuencia.
 - 4.6. Polinomios de Hurwitz. Curva de Mikhailov, Teorema de Hermite-Biehler.
El método de D-particiones.
 - 4.7. Matriz de transferencia: criterio de estabilidad
5. Estabilización
 - 5.1. Estabilización por retroalimentación estática de estado:
sistemas estabilizables y asignación de polos.
 - 5.2. Estabilización por retroalimentación estática de salida.
 - 5.3. Estabilización por retroalimentación dinámica.
Estabilización por medio de estimación del estado: observadores de Luenberger.
 - 5.4. Asignación de modos. Diseño de compensadores y observadores
mediante enfoque de desigualdades Lineales matriciales.
 - 5.5. Diseño de compensadores en el dominio de la frecuencia (caso monovariable):
el anillo de polinomios, coprimicidad, algoritmo de división, ecuación diofantina,
parametrización de Youla, compensadores estrictamente propios.
 - 5.6. Discusión del caso multivariable).

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Laboratorio Franco-Mexicano de Informática y Automática

**Maestría en Ciencias en Sistemas Autónomos de Navegación Aérea
y Submarina**

TEMARIO

Sistemas de Control Embarcados

(40 hrs, 10 créditos)

Unidad I Sistema Operativo Linux

- 1.1 Introducción
- 1.2 Instalación (Ubuntu Linux 32 bits)
- 1.3 Línea de comandos (Shell)
- 1.4 Comandos
- 1.5 Editores
- 1.6 Root (sudo)

Unidad II Puertos y Comunicaciones

- 2.1 Introducción
- 2.2 Puerto USB
- 2.3 Puerto SPI
- 2.4 Puerto I2C
- 2.5 Puerto PWM
- 2.6 Comunicación WiFi
- 2.7 Comunicación Bluetooth
- 2.8 Comunicación Serie
- 2.9 Puerto ADC

Unidad III Gumstix Overo

- 3.1 Introducción
- 3.2 Gumstix Overo Fire
- 3.3 Tarjetas de Expansión (summit)

Unidad IV Programación en Tiempo Real

- 4.1 Introducción
- 4.2 Synaptic
- 4.3 Eclipse
- 4.4 QT
- 4.5 Xenomai

Seminario de Algebra lineal aplicada a teoría de control

Objetivo del seminario:

El alumno será capaz de analizar las diferentes propiedades básicas de teoría básica matricial y poder aplicarlas a las diferentes herramientas elementales de la teoría de control para sistemas lineales.

Horas de curso: 30 horas

Temario básico:

1.- Introduccion a la teoría de matrices

2.- Teoría de determinantes

2.1 Propiedades

2.2 Teoría de cofactores

2.3 Teorema de Laplace

2.4 Aplicación y solución de problemas relacionados con el control

3.- Independencia lineal

3.1 Propiedades analíticas de las matrices plenas

3.2 Definición de rango de una matriz y su aplicación.

4.- Existencia y unicidad de la matriz inversa

4.1 Propiedades de la matriz inversa

4.2 Relación teórica entre la independencia lineal y la unicidad de la matriz inversa

4.3 Relación con la propiedad de no nulidad de la determinante

5.- Transporte de coordenadas lineales

5.1. Propiedades de cambio de base

5.2 Definición de linealidad para sistemas dinámicos

6.- Estabilidad matricial

6.1 Determinación del espacio nulo

6.2 Propiedades del espacio nulo matricial

6.3 Determinación de valores propios

6.4 Determinación del espacio de Jordán

6.5 Importancia de la diagonal negativa en la estabilidad de un sistema dinámico

7.- Forma positiva y negativa en el álgebra lineal

7.1 Introducción al teorema matricial de Lyapunov

7.2 Determinación de modelo en espacio de estado

7.3 Interpretación de propiedades analíticas en un modelo dinámico real

Bibliografía Básica:

1.- Alexander Poznyak, Advances Mathematical tools for automatic control, elsevier.

2.- Groosman, Álgebra lineal, Prentice hall.

Evaluación:

1.-Examen final 40 %

2.-Tareas 30 %

3.- Proyecto final 30 %

Medical Robotics

This course provides general methods on the design, evaluation, selection and appropriate use of a range of medical robots for surgery, rehabilitation, and exoskeleton. Specific topics include: an introduction to the objectives of medical robots; a quantitative analysis of capabilities and technical limitations of existing surgical robots; kinematics, analysis and synthesis of mechanisms for surgical robots; mechanical components and fabrication technologies; programming and application of microcontrollers; human-machine interfaces; visual servoing for medical robots; exoskeleton: design, control methods, learning from human behaviors; safety and certification of medical robots. In-depth discussions will be offered with experts, and industry managers.

1. Surgery robots

- a. Tele-operation
- b. Co-manipulation
- c. Force feedback control
- d. Vision based control

2. Exoskeletons

- a. Design method
 - i. Upper arm
 - ii. Lower leg
- b. Control method
 - i. Joint space
 - ii. Task space
- c. Impedance /attendance control
- d. Human machine interface
- e. Learning from demonstrations

3. Rehabilitation

- a. Disabilities
- b. Autism: Social Rehabilitation
- c. Stroke: Assessment and Physical Therapy of Upper Limbs of Patients

d. Human-Care: Risk Evaluation of Robots

e. Motor Therapy: Bio-inspired Interaction Control

Probabilidad y Procesos Estocásticos

Tipo de Curso: Doctorado

Titular: Dr. Manuel Mauricio Lara Barrón

Duración: 64 horas

Objetivos

Sentar las bases de la teoría de la probabilidad y los procesos estocásticos para que el estudiante pueda abordar distintos temas estadísticos en diversas áreas de aplicación tales como comunicaciones, control y procesamiento digital de señales.

Descripción

Se introducen los conceptos de experimento aleatorio, probabilidad, variables aleatorias, funciones de densidad, valores esperados y procesos estocásticos. Se fomenta la destreza en la manipulación matemática de eventos y señales aleatorias desde un enfoque de probabilidad.

Contenido

- 1 Fundamentos de Probabilidad.
 - 1.1 Eventos y Conjuntos.
 - 1.2 Definiciones de Probabilidad.
 - 1.3 Técnicas de Conteo.
 - 1.4 Combinatoria y Probabilidad.
- 2 La Probabilidad Axiomática.
 - 2.1 Definición Axiomática de Probabilidad.
 - 2.2 Probabilidad Condicional.
 - 2.3 El Teorema de Bayes y el Teorema de Probabilidad Total.
 - 2.4 Eventos Independientes.

- 3 Eventos Múltiples.
 - 3.1 Dos Experimentos Combinados.
 - 3.2 Experimentos Múltiples Combinados.
 - 3.3 Pruebas de Bernoulli.
 - 3.4 Discusión y Teorema de Bernoulli.

- 4 Variables Aleatorias Discretas y Continuas.
 - 4.1 El Concepto de Variable Aleatoria.
 - 4.2 Funciones de Distribución y de Densidad.
 - 4.3 Variables Aleatorias Discretas Específicas.
 - 4.4 Variables Aleatorias Continuas Específicas.

- 5 Función de Densidad de Probabilidad Condicional y Aproximaciones Asintóticas.
 - 5.1 Función de Densidad de Probabilidad Condicional.
 - 5.2 El Teorema de Bayes y el Teorema de Probabilidad Total.
 - 5.3 Aproximación Normal a la Variable Aleatoria Binomial.
 - 5.4 Aproximación de Poisson a la Variable Aleatoria Binomial.

- 6 Funciones de una Variable Aleatoria.
 - 6.1 Cálculo a Partir de la Función de Distribución.
 - 6.2 Cálculo a Partir de la Función de Densidad.
 - 6.3 Ejemplos de Cálculo.
 - 6.4 Variables Aleatorias Discretas.

- 7 Estadísticas de Variables Aleatoria.
 - 7.1 El Valor Esperado.
 - 7.2 La Varianza.
 - 7.3 Estadísticas de las Variables Aleatorias.
 - 7.4 Función Característica.

- 8 Dos Variables Aleatorias.
 - 8.1 Función de Distribución de Probabilidad Conjunta.
 - 8.2 Función de Densidad de Probabilidad Conjunta.
 - 8.3 Funciones de Densidad Condicional.
 - 8.4 Independencia de las Variables Aleatorias.
 - 8.5 Variables Aleatorias Discretas.

- 9 Una Función de dos Variables Aleatorias.
 - 9.1 Cálculo a Partir de la Función de Distribución Conjunta.
 - 9.2 Ejemplos de Cálculo.
 - 9.3 Variables Aleatorias Discretas.

- 10 Dos Funciones de dos Variables Aleatorias.
 - 10.1 Cálculo a Partir de la Función de Distribución Conjunta.
 - 10.2 Cálculo a Partir de la Función de Densidad Conjunta.
 - 10.3 Ejemplos de Cálculo.
 - 10.4 Variables Auxiliares.
 - 10.5 Variables Aleatorias Discretas.
- 11 Estadísticas Conjuntas de Variables Aleatoria.
 - 11.1 Media y Covarianza.
 - 11.2 Valores Esperados Condicionales.
 - 11.3 Momentos Conjuntos y Función Característica Conjunta.
 - 11.4 Suma de Variables Aleatorias.
- 12 Procesos Estocásticos.
 - 12.1 Estadísticas de Procesos Estocásticos.
 - 12.2 Procesos Estocásticos estacionarios.
 - 12.3 Espectro de Potencia.
 - 12.4 Procesos Discretos en el Tiempo.
- 13 Procesos Estocásticos y Sistemas.
 - 13.1 Sistemas con Entradas Estocásticas.
 - 13.3 Sistemas Lineales Invariantes en el Tiempo.
 - 13.2 Espectro de Potencia y Sistemas Lineales.
 - 13.4 Procesos Discretos en el Tiempo.
- 14 Procesos Estocásticos y Aplicaciones.
 - 14.1 Procesos de Poisson.
 - 14.2 Cruces de Nivel de un Proceso Gaussiano Estacionario.
 - 14.3 Tópico Selecto.

Bibliografía:

Libro de Texto.

- A. Papoulis and S. U. Pillai, Probability, Random Variables and Stochastic Processes, 4th edition, McGraw-Hill, 2002.

Referencias Adicionales.

- H. Stark and J. W. Woods, Probability and Random Processes with Applications to Signal Processing , 3rd edition , Prentice Hall, 2001.
- W.B. Davenport, Jr. and W.L. Root, An Introduction to the Theory of Random Signals and Noise, McGraw Hill, 1987.
- K. S. Shanmugan and A. M. Breipohl, Random Signals: Detection, Estimation and Analysis, John Wiles and Sons, 1988.
- W. Feller, *An Introduction to Probability Theory and Its Applications*, Volume 1, 3rd ed., John Wiley and Sons, Inc., New York, 1968.
- W. Feller, *An Introduction to Probability Theory and Its Applications*, Volume 2, 2nd ed., John Wiley and Sons, Inc., New York, 1971.