

Curso: Óptica Adaptativa / Adaptive Optics

Sigla: IEE 3884

Módulos: 2 semanales

Semestre: II

Vacantes: 10

Descripción

La óptica adaptativa es la tecnología asociada a la corrección en tiempo real de distorsiones ópticas aleatorias del frente de onda. Los principales desarrollos se han realizado en los campos de la astronomía y defensa, pero también existen aplicaciones en medicina (principalmente oftalmología) y algunas en sistemas industriales.

Objetivos

- Identificar y clasificar las limitaciones de resolución angular de un sistema óptico (un telescopio, por ejemplo) debidas a la distorsión de frente de onda.
- Dimensionar y diseñar un sistema de medición y compensación de estas distorsiones del frente de onda, en función de un objetivo de resolución dado.
- Combinar, alinear y utilizar componentes ópticos necesarios para el desarrollo de un experimento de óptica adaptativa.

Contenidos

1. Introducción
 - a. Observaciones de alta resolución angular
 - b. Principios de la óptica adaptativa
 - c. Principales limitaciones y tendencias para las futuras ópticas adaptativas

2. Estructura de imágenes ópticas
 - a. Formación de imagen
 - b. Distorsiones de frente de onda
 - c. Conjugación óptica
 - d. Índices de desempeño

3. Efectos ópticos de la turbulencia atmosférica
 - a. Propagación a través de la atmosfera
 - b. Modelo de Kolmogorov
 - c. Modelo de von Karman
 - d. Modelo en capas y de vientos
 - e. Distorsiones ópticas
 - f. Generación de turbulencia óptica

4. Correctores de frente de onda
 - a. Principios y uso de actuadores
 - b. Limitaciones y grados de libertad
 - c. Requisitos de los dispositivos correctores
 - d. Tecnologías de espejos deformables
 - e. Modelizado y control de espejos deformables

5. Sensores de frente de onda
 - a. Sensores de plano pupila
 - i. Sensor de Shack-Hartmann
 - ii. Sensor de Pirámide
 - iii. Sensores de Curvatura
 - b. Sensores de plano focal
 - c. Errores de medición

6. Reconstrucción de frente de onda simple
 - a. Matriz de interacción
 - b. Matriz de Control
 - c. Regularización de la matriz de control
 - d. Calibración

7. Estrellas guías artificiales
 - a. Necesidad de estrellas artificiales
 - b. Estrellas de Rayleigh
 - c. Estrellas de Sodio
 - d. Limitaciones de la medición con estrellas artificiales

8. Ópticas Adaptativas tomográficas en astronomía
 - a. Limitaciones de las ópticas adaptativas clásicas
 - b. Tomografía en óptica adaptativa
 - c. Sistemas multi-conjugado (MCAO), conjugado en la capa terrestre (GLAO) y multi-objeto (MOAO)
 - d. Reconstrucción y Control avanzados para tomografía

9. Ópticas adaptativas de alto contraste en astronomía

- a. Contraste
- b. Coronagraphy y control de difracción
- c. Métodos de post-procesamiento

10. Pasado y futuro de la óptica adaptativa

- a. Historia de la óptica adaptativa
- b. Desafíos actuales de la óptica adaptativa para la astronomía
- c. Óptica Adaptativa para otras aplicaciones (medicina, defensa, industria)

Metodología

El curso se desarrollará principalmente en base a clases expositivas sobre dos módulos. En el centro del periodo, las clases expositivas serán reemplazadas por una serie de sesiones prácticas individuales en laboratorios y en binomio con computador (simulaciones). Ahí los estudiantes trabajarán sobre unos ejemplos de sistemas de óptica adaptativa simples, para comprender cómo diseñarlos, evaluar su desempeño y optimizarlos.

Evaluación

La evaluación se efectuará mediante interrogaciones, informe de sesiones prácticas y un proyecto individual de investigación a presentar. Las ponderaciones de cada una de las tres actividades serán: 30% interrogaciones, 30% sesiones prácticas y 40% trabajo de investigación.

Bibliografía

- J.Cheng, The Principles of Astronomical Telescope Design, Springer-Verlag, Berlin, 2009
- J.W.Hardy, Adaptive Optics for Astronomical Telescopes, Oxford University Press New York, 1998.
- F.Roddier, Adaptive Optics in Astronomy, Cambridge, 1999
- Schmidt, J.D., Numerical Simulation of Optical Wave Propagation with Examples in Matlab, SPIE press, 2010