

DESARROLLOS METROLÓGICOS UTILIZANDO TECNOLOGÍAS DE LUZ COHERENTE



Centro de Investigaciones Ópticas (CIOP)

Expositor: Dr. SCHINCA, Daniel C.

<http://www.ciop-cic-conicet.gob.ar>

daniels@ciop.unlp.edu.ar

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se reconoce universalmente que la Óptica constituye una disciplina fundamental que se coloca en la frontera del conocimiento y que ofrece una potencialidad enorme en términos de innovación tecnológica. A las importantes aplicaciones en instrumentación, comunicaciones y en manufactura y procesamiento de materiales, se agregarán en un futuro inmediato las contribuciones en el campo de computación, ya sea clásica o cuántica. La óptica desempeñará un papel clave en el desarrollo tecnológico del siglo XXI, de una manera similar al que ocupó la electrónica en el siglo XX.

Como se menciona en los considerandos que llevaron a nominar al 2015 como Año Internacional de la Luz, es claro que “las industrias basadas en la luz son importantes motores económicos, y las tecnologías basadas en la luz, satisfacen directamente las necesidades de la humanidad, pues dan acceso a la información, promueven el desarrollo sostenible y aumentan la salud y el bienestar sociales. Las tecnologías basadas en la luz aportan cada vez más soluciones a los problemas mundiales, entre otros campos, en los de la energía, la educación, la agricultura y la salud de las comunidades. Las aplicaciones de las tecnologías basadas en la luz mejoran la calidad de la vida en el mundo en desarrollo”.

El objetivo general de este proyecto es desarrollar diversas técnicas metrológicas en las que la luz coherente (láser) juega un papel central, propendiendo a que el CIOP sea un Núcleo de Innovación Tecnológica en Óptica para promover la utilización del conocimiento científico y tecnológico en pro del desarrollo socioeconómico sustentable del país y de la región.

En particular el proyecto persigue tres objetivos parciales específicos:

1. Desarrollar un equipo de monitoreo remoto basado en un LIDAR capaz de escanear superficies y, eventualmente, volar en plataformas diversas.
2. Desarrollar el uso del *speckle* dinámico para determinar *strain* en imágenes ecocardiográficas.
3. Diseñar, desarrollar y aplicar sensores de deformación, temperatura, presión y/o, vibraciones, basados en tecnología de fibra óptica, capaces de monitorear el estado de grandes estructuras civiles.

USOS DEL LÁSER EN MEDICIONES ESTRUCTURALES

La invención del láser en 1960 abrió grandes expectativas en cuanto a sus aplicaciones en distintos ámbitos científicos y tecnológicos. Algunas de las características del láser son las que se utilizan para realizar diversas mediciones estructurales, ubicar puntos en el espacio, medir distancias, velocidades, etc. A las propiedades de propagación rectilínea y con velocidad extremadamente grande pero finita de la luz, el láser agrega la facilidad de poder ser capaz de emitir en intervalos muy cortos de tiempo (nanosegundos, femtosegundos) una emisión monocromática, lo que permite realizar mediciones de distancia, esfuerzo, temperatura, entre otros.

El escaneado láser es un método mediante el cual una superficie se muestrea o escanea usando tecnología láser. Los datos capturados pueden ser usados para realizar reconstrucciones digitales, planos bidimensionales o modelos tridimensionales, útiles en una gran variedad de aplicaciones. La ventaja del escaneado láser se basa en el hecho de que puede tomar una gran cantidad de puntos con una alta precisión en un período de tiempo relativamente corto.

La tecnología de los escáneres láser se divide en estático y dinámico. Cuando el escáner se mantiene en una posición fija durante la toma de datos, se llama escaneado láser estático. En los casos de láser escáner dinámico, el escáner se suele montar en una plataforma móvil. Estos sistemas requieren otros sistemas de posicionamiento adicionales, lo que hace que el sistema completo sea más complejo y caro. Este subproyecto pretende combinar la disponibilidad de sistemas láser relativamente económicos, como son los distanciómetros o los LIDAR, con la experiencia desarrollada en el CIOp en el desarrollo de sistemas de posicionamiento y orientación tipo IMU, gracias a la participación el Programa Aeroespacial del país.

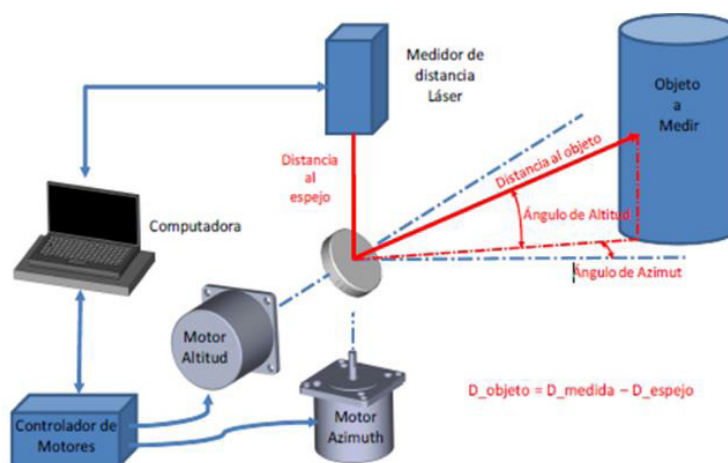


Figura 1. Esquema simplificado del scanner láser estático desarrollado

SPECKLE O MOTEADO

Los objetos iluminados con luz coherente adquieren un aspecto granular peculiar denominado *speckle*, causado fundamentalmente por la rugosidad de la superficie iluminada. Si ésta evoluciona en el tiempo, la luz dispersada da lugar a un patrón dinámico del *speckle*, cuya variación depende del movimiento de

los centros de la dispersión o cambios en el camino óptico, debido a las modificaciones del índice de refracción por la actividad de la muestra. Las muestras biológicas y otros procesos dinámicos (flujo de sangre, vibraciones, etc.) son ejemplos de este comportamiento (*biospeckle*). Sin embargo, el *speckle* dinámico se puede también observar en procesos industriales no-biológicos, incluyendo el secado de pinturas, corrosión e intercambio de calor.

El estudio de la evolución temporal de los patrones de *speckle* puede proporcionar una herramienta interesante para caracterizar los parámetros implicados en procesos transitorios biológicos e industriales. Desde 1996, muchos esfuerzos se han realizado en CIOp, de asignar los números que caracterizan esta actividad del *biospeckle* y que correlacionan favorablemente con métodos alternativos de la medida de interés para el experimentador.

Los usos de las técnicas del *biospeckle* orientadas a la caracterización de tejidos biológicos y de procesos industriales fueron desarrollados en CIOp en los últimos años y aplicadas a la viabilidad de semillas, daños en frutas, movilidad de parásitos, detección de hongos, procesos de secado de pintura, hydroadsorción en geles, evolución de espumas, etc. Para ello, se han desarrollado varios algoritmos para caracterizar la actividad dinámica del patrón de *speckle*, utilizando análisis del contraste, acumulación de diferencias entre las imágenes, análisis espacial y temporal del patrón de *speckle*, entropía basada en *wavelets*, bandas espectrales temporales, etc.

En este subproyecto, se propone ensayar técnicas de medida y generación de imágenes de *speckle* dinámico, aplicadas al diagnóstico médico, veterinario o industrial, usando ecografías. El fenómeno de *speckle* presente en dichas ecografías puede ser utilizado para ampliar notablemente la utilidad de las mismas como instrumento de diagnóstico, sin agregar costo, y detectar detalles anatómicos que no son perceptibles sin procesamiento.

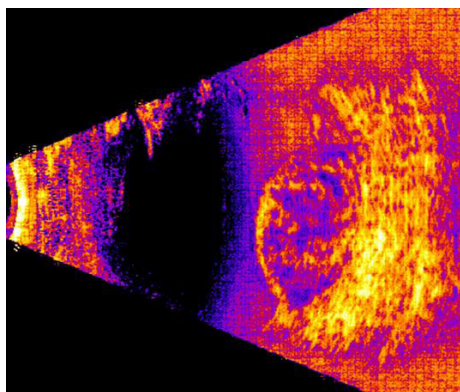


Figura 2. Procesado óptico de ecografía de ojo evidenciando tejido tumoral

SENSORES DE FO

El desarrollo de componentes y dispositivos constituye uno de los aspectos más dinámicos y relevantes en los avances de los sistemas de comunicaciones. Dichos elementos son transvasados rápidamente al campo de los sensores disminuyendo sus costos por las grandes cantidades que se manejan en el área mencionada. Existe mundialmente un gran impulso en el desarrollo de sensores de fibra. Un claro

ejemplo respecto del énfasis colocado en estos desarrollos lo establece la gran cantidad de publicaciones internacionales relacionadas con los estudios de sistemas de dispositivos aplicables a este tema.

En los últimos años y conjuntamente con el Dr. Raúl Zerbino, investigador del LEMIT, se han estudiado diversas mezclas basadas en cemento Portland mediante métodos ópticos. Los resultados fueron altamente satisfactorios, por lo que en esta segunda etapa, se hará a partir de mezclas cementicias, desde su fraguado, aplicando diversos montajes de sensores, especialmente de redes de *Bragg* grabadas en fibras. Se analizarán las variaciones observadas entre sensores embebidos y anclados utilizando montajes de diversos tipos. Los montajes a utilizar serán metálicos o de tipo plástico. Estos últimos se construirán con una impresora 3D recientemente adquirida. Posteriormente se generalizará el sistema empleando un mayor número de sensores multiplexados, los cuales serán monitoreados simultáneamente utilizando un Sistema de Monitoreo Comercial (*Micron Óptics*) y/o uno tipo láser sintonizable fabricado en el laboratorio. Paralelamente se analizará la posibilidad de ampliar el número de elementos a sensar y se desarrollarán métodos de procesamiento de las señales ópticas.

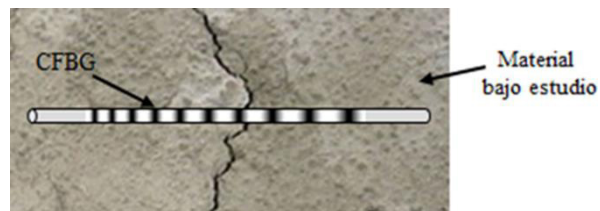


Figura 3. Esquema del despliegue de sensor de FO sobre material cementicio