

Trabajo Final de Graduación

Resumen

Consiste en el desarrollo de una aplicación de escritorio, para la implementación del procesamiento de imágenes Speckle, y evaluación de los resultados de los mismos, aplicando distintas fórmulas para obtener descriptores, así luego poder visualizarlos y aplicar patrones de reconocimiento sobre los mismos. Esta solución permite unificar todo el proceso, aumentar la velocidad de cálculo, facilitar la interpretación y visualización de las distintas secuencias de imágenes de Speckle.

Título del Proyecto

DMS (Detector de Movimiento Superficial)

Autor/es: Gonzalo Matías Amigo y Emiliano Uriel Martino

Correo Electrónico: gonzaloamigo@ufasta.edu.ar
emilianomartino@ufasta.edu.ar

Director Técnico: Ing. Daniel Francisco Albornoz

Director Funcional: Ing. Gustavo Javier Meschino

Año de Presentación: 2022

Abstract

Consiste en el desarrollo de una aplicación de escritorio, para la implementación del procesamiento de imágenes Speckle, y evaluación de los resultados de los mismos, aplicando distintas fórmulas para obtener descriptores, así luego poder visualizarlos y aplicar patrones de reconocimiento sobre los mismos. Esta solución permite unificar todo el proceso, aumentar la velocidad de cálculo, facilitar la interpretación y visualización de las distintas secuencias de imágenes de Speckle.

Palabras Claves

Procesamiento de imágenes, Speckle Láser, Visualización de datos, Patrones de reconocimiento,

Introducción

1.1 Propósito

Desarrollar una aplicación de escritorio para el procesamiento dinámico de señales de Speckle Láser y su visualización, con el fin de detectar patrones dinámicos de interés y agilizar el actual procesamiento manual de las mismas.

1.2 Problema

El Speckle Láser es un patrón de interferencia originado por una luz coherente reflejada o dispersada desde distintas partes de una superficie iluminada. Cuando se adquiere una secuencia de imágenes de Speckle, se obtiene un patrón dinámico que no es interpretable a simple vista. Sin embargo, procesando esta secuencia de imágenes como una serie temporal para cada píxel, con el fin de detectar diferentes patrones dinámicos en las diferentes áreas de la imagen, es posible detectar fenómenos con diferentes dinámicas, lo que lleva a variadas aplicaciones, algunas ya conocidas y publicadas en la bibliografía científica.

La disponibilidad del algoritmo de procesamiento en una aplicación de escritorio aumentaría la velocidad en la cual se obtienen los resultados a partir de la adquisición de Speckle, aprovechando las altísimas capacidades computacionales de las computadoras actuales.

Se propone el desarrollo de una aplicación de escritorio para implementar dicho proceso, así con esto aumentar la velocidad de cálculo y facilitar la interpretación y utilización de las distintas secuencias de imágenes de Speckle. Así, con esto, poder utilizarlo para los fines que sean necesarios.

1.3 Fundamentación

El patrón de Speckle es un patrón de interferencia originado por una luz coherente reflejada o dispersada desde distintas partes de una superficie iluminada. Las superficies de la mayoría de los materiales son extremadamente rugosas si se los observa en la escala de una longitud de onda óptica ($\lambda \sim 5 \times 10^{-7}$ m). Cuando la luz casi monocromática del láser se refleja en este tipo de superficies se genera una onda óptica que contiene diversas componentes originadas en la reflexión de elementos microscópicos diferentes de la superficie. La interferencia de las ondas desfasadas pero coherentes brinda un patrón granular de intensidad que es el llamado Speckle.

Cuando el Speckle es generado a partir de la luz difundida por partículas en movimiento, los "speckles" o gránulos son modulados por el movimiento de los difusores. El fenómeno de Speckle dinámico ocurre cuando la luz del láser es dispersada por objetos que tienen algún tipo de actividad. Está presente en la observación de muestras biológicas y en algunos fenómenos no biológicos como el secado de revestimientos o pinturas. Este fenómeno se origina en los cambios de fase de la luz producido por el movimiento de las partículas donde se produce la reflexión (dispersores) y a cambios en el índice de refracción, entre otros.

Se requiere una etapa de extracción de características de las secuencias de Speckle dinámico, en la que se propone utilizar descriptores ya presentados y discutidos en la literatura. Se consideran adecuados descriptores tanto en el dominio del tiempo, como el Rango Dinámico, las Diferencias Generalizadas, y el descriptor de Fujii, como en el dominio del tiempo – frecuencia: como la Entropía de Shannon obtenida a partir de la Transformada Ondita. Sin embargo, los primeros son mucho más eficientes para el cómputo, lo que los hace preferibles para aplicaciones que requieran costo computacional bajo o mayor velocidad de procesamiento.

En este trabajo se propone la investigación de las diferentes etapas de la adquisición y el procesamiento de imágenes de Speckle, con el fin de desarrollar una aplicación de escritorio.

Se abordará entonces: la adquisición de las imágenes dinámicas, la extracción de características, el reconocimiento de patrones dinámicos y la visualización con pseudocolor. Se aprovechará toda la experiencia en el tema de parte de los investigadores del Laboratorio de Bioingeniería y del Laboratorio de Láser, ambos correspondientes al Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas en Electrónica (ICyTE), que funciona en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata. También se contará con el apoyo de los investigadores del Centro de Investigaciones Ópticas (CIOp) de la ciudad de La Plata.

El proyecto se enmarca en un paradigma de Investigación y Desarrollo, si bien el objetivo final es la implementación de algoritmos en una aplicación.

1.4 Objetivo general

Desarrollar una aplicación de escritorio para el procesamiento dinámico de señales de Speckle Láser y su visualización, con el fin de detectar patrones dinámicos de interés.

1.5 Objetivos específicos

- Comprender diversos paradigmas de procesamiento de imágenes dinámicas.
- Interactuar con profesionales de disciplinas científicas, tanto en las ciencias básicas (Física) como en sus aplicaciones (Ingenieros expertos en procesamiento de señales).
- Estudiar implementaciones de software eficientes para el cálculo de descriptores de series temporales.
- Aplicar técnicas de Inteligencia Computacional supervisadas y no supervisadas en el reconocimiento de patrones dinámicos.
- Utilizar técnicas avanzadas de procesamiento para la visualización de los patrones dinámicos en una imagen pseudocoloreada.

1.5. Conclusiones

A modo de síntesis, podemos señalar que el desarrollo del presente trabajo estuvo atravesado por múltiples dificultades, desde la pandemia a nivel mundial del Covid 19, que fue algo totalmente inesperado, que no sólo no nos permitió trabajar de la forma que queríamos sino que impactó significativamente en nuestras subjetividades. A su vez, el hecho de que Gabriel dejara tanto el equipo, el proyecto como la carrera, nos ocasionó una situación de desequilibrio y desmotivación, que fue muy difícil de superar, tal fue el caso que estuvimos aproximadamente tres meses sin avanzar en el proyecto.

Retomando la idea ya desarrollada sobre el trabajo en equipo como una de nuestras principales fortalezas, sustentada en el entendimiento entre los miembros del equipo y la relación de confianza, consolidada durante toda la formación académica, dado que trabajamos juntos en distintos proyectos y trabajos prácticos. En esta instancia, es posible reflexionar al respecto y concluir en que no nos resultó de provecho y terminó convirtiéndose en una debilidad, ocasionado demoras e influyendo en los vínculos interpersonales.

Durante todo el proceso fuimos aprendiendo de nuestros errores, y tratando de mejorar, aunque no siempre se pudo lograr.

El saber escuchar y poder aplicar todos los consejos y comentarios que nos brindaron los directores, nos ayudó a poder llevar a cabo todo el proyecto y poder concluirlo.

A pesar de todos los altibajos del proyecto, logramos los objetivos propuestos y satisfacer las necesidades y expectativas de los directores. Logramos hacer entrega de la tarea que nos fuera requerida, dejando un producto abierto a nuevas expectativas debido al ser un proyecto en constante investigación y desarrollo.

Finalmente logramos entregar la solución, la cual va a ser utilizada en el laboratorio de la Universidad Nacional para poder realizar distintos cálculos a partir de grupos de imágenes diferentes y aplicando distintos tipos de descriptores. A su vez, se le brindó la posibilidad de agregar nuevos descriptores, ya que el código de la solución se subió a la plataforma de GitHub para que puedan colaborar, utilizar y agregar distintas funcionalidades y descriptores en función a las nuevas necesidades de la investigación.

Aclaración: Este documento es un resumen del documento de memoria de proyecto del alumno. Documentación técnica adicional del proyecto se encuentra en medios alternativos como CDs, DVDs, etc.