

Estudio y análisis de patrones de speckle para el reconocimiento de cambios en tejidos biológicos

Investigación en curso

Jesús Daniel Pacheco Vargas
Ingeniería Mecatrónica – Fac. Ing.
Fisicomecánicas
jpacheco725@unab.edu.co

Alhim Adonai Vera González
Ingeniería Mecatrónica – Fac. Ing.
Fisicomecánicas
avera488@unab.edu.co

Isaac Gabriel Sánchez M.
Ingeniería Mecatrónica – Fac Ing
Fisicomecánicas
isanchez612@unab.edu.co

Universidad Autónoma de Bucaramanga

RESUMEN

El propósito con esta investigación es contribuir con en el análisis de patrones de speckle de muestras biológicas y/o patológicas. El estudio se hará con base a fuentes de información de sistemas optomecánicos, en el reconocimiento y análisis de morfología matemática basado en inteligencia artificial. De esta manera la investigación sentará las bases en la formación de metrología óptica para aplicaciones biomédicas y/o biológicas.

ABSTRACT

The purpose of this research is to contribute to the analysis of speckle patterns of biological and / or pathological samples. The study will be based on information sources optomechanics systems and the recognition and analysis of mathematical morphology based on artificial intelligence. Thus research will lay the foundation for the formation of optical metrology for biomedical and/or biological applications.

Área de Conocimiento

Ingeniería, Ciencias Aplicadas, Biomédicas e Informática

Palabras Clave

Patrón de Speckle, Inteligencia artificial, Tejido biológico.

INTRODUCCIÓN

El fenómeno speckle permite la caracterización de la superficie de una muestra a partir de la proyección de un haz de laser con unas características especiales, lo cual produce un patrón de interferencias debido a las imperfecciones y rugosidades de la superficie. El patrón de speckle se capta a través de un sensor óptico, y puede visualizarse como una distribución de puntos con matices entre blanco y negro, ruido aparente producto de estática el cual es una representación de las características de la superficie de la muestra. Y su interpretación se puede considerar como información oculta en este “patrón de ruido” aleatorio.

Por medio de estadísticas de primer orden y de morfología matemática, basado en inteligencia artificial (IA) es posible caracterizar la superficie. Esto podría tener gran utilidad en el campo de la medicina: se podría aplicar en el análisis de tejidos vivos para detectar patologías. Adicionalmente, el speckle dinámico nos permite captar la evolución de las características de la superficie a lo largo de un periodo de tiempo para determinar su

nivel de actividad. Hoy en día, los algoritmos basados en IA son capaces de reconocer patrones que exhiben un comportamiento no lineal. Junto con las técnicas de reconocimiento de patrones basadas en inteligencia artificial, es posible detectar la evolución de enfermedades y patologías como el cáncer en una fase temprana.

Este material es presentado al VIII Encuentro Institucional de Semilleros de Investigación UNAB, una actividad carácter formativo. La Universidad Autónoma de Bucaramanga se reserva los derechos de divulgación con fines académicos, respetando en todo caso los derechos morales de los autores y bajo discrecionalidad del grupo de investigación que respalda cada trabajo para definir los derechos de autor.

ASPECTOS GENERALES

Objetivos

Objetivo general

Diseñar un sistema de captura de patrón de speckle de la superficie de un tejido orgánico controlado por un algoritmo de IA para la detección de defectos..

Objetivos específicos

-Identificar uno o más parámetros que establezcan relaciones entre la morfología e histología y el patrón de speckle obtenidos de tejidos con anomalías.

-Diseñar un algoritmo basado en IA que simule el reconocimiento de patrones en tejidos y sea capaz de distinguir entre uno y otro

Metodología de la investigación

Se presentan algunas bases y principios teóricos de la técnica speckle y métodos de análisis del patrón obtenidos por interferometría speckle. Posteriormente, se identifican variables y parámetros del tejido a analizar. Se utilizarán recursos de simulación para el reconocimiento de patrones y clasificación de tejidos, valorando las variables identificadas.

Métodos o técnicas de desarrollo

Al proyectar un haz de luz coherente sobre una superficie, desde un plano fijo, es posible percibir un patrón de interferencias debido a las imperfecciones y rugosidades de la superficie, que se presenta en forma de puntos con matices entre blanco y negro, parecido al ruido de estática que se produce en la pantalla del televisor cuando hay una mala recepción de señal. Esto se produce debido a que las ondas reflejadas cambian de dirección de acuerdo al relieve de la superficie sobre la cual se proyectan e interfieren entre sí, dando como resultado puntos más oscuros en las zonas donde se produce interferencia destructiva y más iluminados en donde se produce interferencia constructiva, Fig 1.

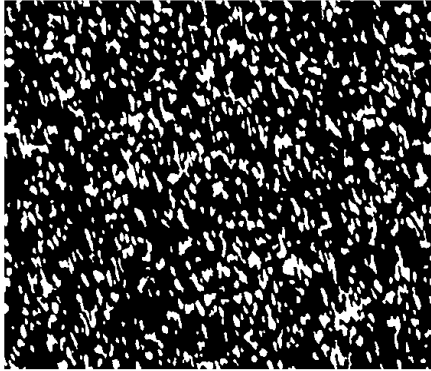


Figura 1: Patrón de interferencia típico de speckle binarizado.

En un principio, para muchos fue un efecto indeseable y se desarrollaron algunos métodos para disminuirlo; más tarde se descubrió que la imagen que se obtiene a partir de un patrón speckle podía ser usada como portadora de información de la superficie.

Los cambios en la superficie afectarán el patrón de interferencia que se obtienen de ella. Si se capturan estos cambios a lo largo del tiempo, obtendremos un *speckle dinámico*. El cual permitirá identificar el nivel de actividad de la superficie [1], [2], [4] Entre algunas de las aplicaciones que se le ha dado al speckle dinámico se encuentra la determinación de la viabilidad de semillas, medición de desplazamiento de superficies, medición de secado de pintura, medición de secado de la carne, entre otros.

Al comparar las distintas imágenes, posiblemente existen zonas en donde se presenten un mayor cambio en el patrón de interferencia con respecto a la misma zona en imágenes anteriores. Estas son regiones en las que ha habido mayores cambios en la superficie. Entonces, es preciso afirmar que el cambio en el patrón de interferencia obtenido al comparar una sucesión de imágenes es un indicador de algún tipo de actividad en la superficie. Esto ha despertado gran interés porque se podría aprovechar este fenómeno y desarrollar técnicas para medir la actividad a nivel molecular, celular o en el campo de la medicina. Para que nuestro propósito sea posible, es preciso diseñar un sistema que cumpla tres etapas o pasos:

Captura del patrón de speckle.

Extracción de parámetros.

Algoritmos de Clasificación.

Resultados

Reconocimiento de patrones por el cerebro humano.

Existen algoritmos que permiten tratar y reconocer características comunes entre patrones dados. Tal es el caso de las redes neuronales: son un intento por emular el comportamiento del cerebro humano. En ocasiones, es difícil formular un modelo matemático que prediga con exactitud la eventualidad ciertos fenómenos que exhiben comportamientos no-lineales.

En el caso de los fenómenos aleatorios, resulta inútil el hecho de examinar cada ocurrencia de forma individual; es necesario examinar un conjunto de ocurrencias para poder sacar conclusiones al respecto. Sin embargo en el reconocimiento o clasificación de tejidos o texturas por parte de un algoritmo clasificador, como el de redes neuronales, sólo es posible cuando se tienen identificados los parámetros característicos de cada uno de los tejidos. Es responsabilidad del algoritmo, reconocer las relaciones que existe entre cada uno de los parámetros involucrados en el análisis y con base a esto, sacar conclusiones con respecto a la clasificación.

El algoritmo de redes neuronales artificiales es sólo uno entre los algoritmos clasificadores disponibles. La verdadera función de estos algoritmos es tomar un elemento sin una etiqueta y asignarlo dentro de una categoría conocida concreta. Si establecemos varias categorías de tejidos, entre los que consideremos tejidos sanos, enfermos (se puede especificar cada enfermedad o crear una categoría por cada enfermedad), podríamos entrenar al algoritmo para que diferencie a cada uno de los tejidos sanos de aquellos que presentan alguna anomalía conocida, o simplemente, que diferencie los tejidos normales de los anormales.

2.3.2.2 Reconocimiento de patrones por medio de inteligencia artificial

Esta capacidad de aprendizaje y reconocimiento de patrones puede ser emulado por medio de algoritmos basados en IA. Hoy en día, las computadoras y otros dispositivos electrónicos hacen uso de la IA para reconocimiento de imágenes, reconocimiento de rostros, reconocimiento óptico de caracteres, códigos QR; predicción de sucesos basado en antecedentes, como por ejemplo, la detección de un posible fraude bancario. En las telecomunicaciones, en conjunto con otras técnicas, se usa para suprimir el ruido que se produce por la presencia de factores ambientales y fuentes de perturbación. También se usa para reconocer la presencia de gases específicos en el entorno. Un conjunto muy vasto de aplicaciones.

2.3.2.3 Aplicación potencial: Análisis inteligente de patrones de interferencia.

Una de las cosas que resulta más interesantes aún es que si se usa en conjunto con las técnicas de speckle estático y dinámico, en tejidos orgánicos, un dispositivo electrónico sea capaz de detectar ciertas anomalías que hasta ahora parecen poco obvias. Tomando como dato de entrada el patrón de perturbación captado de la superficie del tejido, y compararlo con distintas muestras que se han almacenado en una base de datos previamente elaborada. Tal vez sea posible detectar un cáncer en un tejido cuando se encuentra en una fase temprana. El algoritmo por sí solo será capaz de establecer relaciones complejas entre distintas variables y comportamientos durante su proceso de aprendizaje y deberá poder reconocerlos en muestras de tejidos diferentes que presenten anomalías similares. Sin embargo se realizará una revisión del

estado del arte comparativo con el objetivo a considerar y el elegir el algoritmo experimental más adecuado

Estado del arte:

C. Andrade, J.leon, et al , del Grupo de Óptica y Láser en la Universidad de Cauca [5], realizaron un estudio para establecer cambios la existencia de cáncer gástrico. Emplearon técnicas de datos no destructivas y utilizaron técnicas de visión por computador. Se pudo establecer que el diagnóstico del análisis de speckle coincidió con el diagnóstico del informe hispatológico en 22 de las 23 muestras analizadas, lo que corresponde a un 95,6% de acierto.

Por otra parte, Jauri León del Centro de Investigación en Ingenierías y Organizaciones, en colaboración con Claudia J. Uribe plantearon desarrollar un método de pre validación de tumores malignos en piel tipo micosis fungoide con el fin de aportar a la detección o identificación temprana de la patología o enfermedad presentada especialmente en la piel a través de patrones de speckle estático.

Por otro lado Eduardo Luis Botta Doctor en Ingeniería mención Electrónica de la Universidad Nacional de Mar de Plata [3] propuso describir la actividad de dichos patrones a través del empleo de técnicas de morfología matemática, las cuales han tenido un gran desarrollo en el campo del análisis de texturas, por presentar una gran ductilidad para adaptarse a distintos problemas. Para la evolución de dichas técnicas se partió analizando datos experimentales y resultados previos, con los cuales se contrastaron los nuevos descriptores de actividad propuestos. Se propuso una nueva aplicación, la medición de humedad en el secado de pescado.

Debido al bajo costo computacional de las técnicas morfológicas, resulta de interés plantear soluciones que implemente dichos métodos en un instrumento de campo basado en lógica programable, para estudiar su potencial e la medición de la actividad speckle.

Cronogramas

| | MES | | | | | | | |
|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Revisión de material bibliográfico. | | | | | | | | |
| Identificación de parámetros para clasificación de muestras de tejidos. | | | | | | | | |
| Diseño preliminar de | | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|--|
| algoritmo de reconocimiento de patrones. | | | | | | | |
| Generación de patrones para simulación de algoritmo. | | | | | | | |
| Redacción de documento y elaboración de presentación final. | | | | | | | |

Resultados esperados

Valoración preliminar de la técnica speckle como mecanismo de clasificación de muestras sanas y no sanas.

Formación en investigación-metrología óptica

Elaboración de documento de la experiencia obtenida.

Socialización del algoritmo para la clasificación de muestras tejidos

3 IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

| | |
|------------------------|----------------------|
| Nombre del Semillero | Optomecatronica |
| Tutor del Proyecto | Jauri León Téllez |
| Grupo de Investigación | Ciencias aplicadas |
| Línea de Investigación | Metrología óptica |
| Fecha de Presentación | 10 de abril del 2015 |

4 REFERENCIAS

- J. W. Goodman. *Some fundamentals properties of speckle*. Journal of the Optical Society of America A, 66(11):1145-1150, 1976.
- J. W. Goodman. 1963 *Statistical properties of laser speckle patterns*, Technical Report. No. 2303-1, Stanford Electronics Laboratories, Stanford University.
- E. L. Blotta. 2010. *Caracterización de speckle dinámico mediante técnicas de morfología Dinámica*. Doctoral Thesis., Universidad Nacional de Mar de Plata.
- R. Arizaga, N. Cap, H.J. Rabal, and M. Trivi. 2002 *Display of local activity using dynamic speckle pattern*. *Opt. Eng.*
- C. Andrade, J. León et al. Gastric Mucosa Analysis Using Speckle patterns: A medical Diagnosis Alternative. Proc. Of SPIE Vol. 8011 8011181-1, Noviembre 2011