

Tratamiento de Imágenes de Fibras Animales

Leticia Constable, Marcelo Arcidiacono, Juan Vázquez, Juan Picco

**Proyectos RNA / Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información /
Facultad Regional Córdoba / Universidad Tecnológica Nacional**
Cruz Roja Argentina esq. Maestro López – Ciudad Universitaria – Córdoba – Argentina

{leticiaconstable, marceloarcidiacono, jcvazquez, primejepicco}@gmail.com

Resumen

En el marco de la sustentabilidad productiva de fibra textil de origen animal, contar con un método ágil y seguro que permita obtener una medida de la calidad de la fibra, resulta sumamente valioso para los productores rurales. Una medida de calidad de la fibra textil puede obtenerse a partir del diámetro de la misma. El laboratorio del SUPPRAD lleva a cabo un procedimiento científico innovador en la obtención de este valor en la que se recoge un corte transversal del mechón, previamente peinado y preparado con acrilatos, en un portaobjetos, para ser fotografiado con un equipo adosado a un microscopio. La imagen obtenida es manualmente procesada para determinar el diámetro promedio de la fibra. Este procedimiento manual de medición, resulta lento, engorroso e introduce error por intervención humana. Se automatiza el procedimiento por medio de un software de procesamiento de imágenes. Se comentan los resultados obtenidos y se presentan las previsiones para la continuación de este trabajo.

Palabras clave: Fibra textil, Calidad, Imágenes, Procesamiento Automático.

Contexto

En tres proyectos consecutivos desde 2004 a la fecha [1], [2], [3], se han estudiado modelos de redes neuronales artificiales y autómatas celulares buscando relaciones entre ellos; en el proceso se ha desarrollado software y se ha aplicado lo aprendido en la solución de problemas de ingeniería de software, ciencias sociales y de la salud, y producción animal.

El trabajo que se presenta se enmarca en el proyecto incentivado denominado *Redes*

Neuronales Artificiales y Autómatas Celulares, Productos y Aplicaciones, del Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información, Facultad Regional Córdoba de la Universidad Tecnológica Nacional.

Este proyecto fue evaluado y aprobado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de UTN e incluido en el programa nacional de incentivos. Además, ha recibido financiamiento de la Agencia Córdoba Ciencia (hoy Ministerio) para la transferencia de resultados (programa PROTRI 2008), ha trabajado en conjunto con el proyecto PICT 2007-02264 del Instituto de Investigaciones Geohistóricas (IIGHI-CONICET) financiado por FONCYT y ha obtenido derechos de autor sobre parte del software desarrollado el que fue transferido a instituciones de investigación en Cuba, Paraguay, Colombia, Brasil y Argentina, a la empresa Vates S.A. de Córdoba, mediante convenio de servicios y a la Municipalidad de Villa del Totoral, Provincia de Córdoba.

En particular, y referido al tema de este artículo, el sub-proyecto RNA-SU desarrolló para el programa SUPPRAD de la Universidad Católica de Córdoba (UCC), software para tratamiento automático de imágenes de preparados de fibra animal, con el objeto de medir parámetros de calidad de las mismas.

Introducción

1. *Ámbito del problema*

En la República Argentina, el Programa Nacional “Fibras Animales” considera de gran valor la producción, comercialización e industrialización de lana, mohair, cashmere, llama, guanaco y vicuña [4].

El valor de la fibra textil está dado, fundamentalmente, por su finura promedio

además de otras propiedades que hacen a establecer su cotización tales como el índice de confort PF (*Prickle Factor*) que constituye el porcentaje de fibras con diámetros mayores a 32 micrones, la presencia o ausencia de medulación¹, el crimpado² y la forma y altura de las escamas [5]. Para determinar una medida satisfactoria de calidad de la fibra textil de origen animal, la característica de mayor importancia es el diámetro medio. Fibras más finas tienen más aplicaciones industriales y en consecuencia tienen mayor valor económico [6].

2. Descripción del problema

En nuestro país existe poca información aún sobre los valores de Coeficiente de Variación de diámetros de fibra (CV) e índice de confort [7] que permita lograr mejoras genéticas por selección y elevar el porcentaje de especímenes con diámetros menores a los 23 micrones.

Investigaciones biomecánicas más recientes, demuestran que el análisis del corte transversal provee mediciones más directas y exactas de la finura y madurez de la fibra, usualmente utilizadas para validar y calibrar otras medidas indirectas de estas propiedades esenciales [8]. A pesar de su importancia e interés, los métodos transversales para análisis de imágenes, no se aplican más ampliamente aún a las mediciones de calidad, debido al complejo procesamiento de las imágenes o por requerir de la intervención de un operador calificado.

En cada medida se tiene que tener en cuenta que dada la gran variación de diámetros que tienen las fibras animales, un gran problema es la exactitud y la precisión. [9]

La evolución en los modelos y algoritmos de procesamiento de imágenes en fibras textiles, comienzan con algunos trabajos sobre fibras de algodón. Huang et al. [10] analiza el proceso de medición en el que la imagen de una fibra en corte longitudinal, capturada con diferentes condiciones de iluminación y enfoque, es convertida a escala binaria. En otro trabajo de

Huang et al. [11], se utiliza una técnica llamada *Umbral Adaptativo*, que consiste en la colocación de un umbral dinámicamente ajustado para separar objetos de fondo.

Debido a que resulta difícil mantener bien enfocadas las imágenes y además las fibras frecuentemente se tocan entre sí, se presentan contornos borrosos y dificultades de separación que pueden generar serias distorsiones en los datos medidos. [12][13].

En trabajos posteriores, Huang et al. [14] analiza imágenes de fibras de algodón en corte transversal. Para llevar a cabo la medición se recurre a una serie de procesos computacionales como segmentación, determinación de umbral adaptativo, inundación de fondo y esqueletización, que permiten separar los objetos a medir, preservar el detalle de los bordes y finalmente, obtener medidas geométricas.

3. Propuesta desarrollada

El aporte fundamental en cuanto a innovación tecnológica radica en el hecho de que los instrumentos actuales de análisis de fibras son costosos y permiten obtener la medida de diámetros en forma longitudinal. En cambio, en el presente trabajo se propone un llevar a cabo un proceso de medición de diámetros en forma transversal con hardware y software de bajos costos, en forma totalmente automatizada y que puede ser llevada a cabo por personal sin capacitación técnica alguna.

En base a las investigaciones previamente citadas, se desarrolla un sistema que permite obtener una medida del radio promedio de la fibra, a partir del procesamiento automático de la imagen de un corte transversal.

Se convierten las imágenes al estándar 24 bits por píxel, es decir, un byte para cada píxel y se las somete a un tratamiento en varias etapas para lograr identificar, separar y posteriormente medir la fibra.

a) Se lleva la imagen en colores a escala de grises.

b) Se la ecualiza para obtener un histograma de distribución más uniforme y convertir la figura a blanco y negro con referencia al umbral calculado.

c) Se procede a binarizar la imagen en sus valores extremos, con el fin de obtener una

¹ La medulación constituye un canal hueco en el centro de la fibra que supone un problema importante para la industrialización.

² El crimpado u ondulado, se refiere a un efecto mecánico producido para lograr cohesión entre fibras y se relaciona con la capacidad hidrófuga.

imagen en blanco y negro donde se puede distinguir más claramente forma y fondo.

La figura 1 ilustra la anterior secuencia de pasos aplicados al procesamiento de la imagen de un corte transversal de fibra de guanaco y los resultados obtenidos en cada etapa.

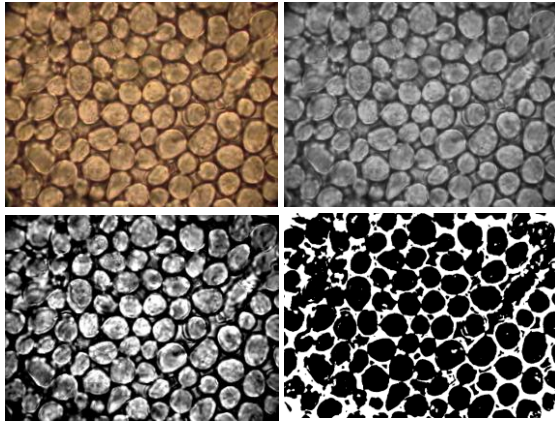


Fig. 1. Imagen superior izquierda: original. Imagen superior derecha: en escala de grises. Imagen inferior izquierda: escala de grises ecualizada. Imagen inferior derecha: binarizada.

Una vez binarizada la imagen, se procede a separar e identificar los objetos a medir.

Para ello se efectúan sucesivos barridos de la imagen binarizada, en cada uno de los cuales, se descartan primeramente las fibras que se encuentren en contacto con los bordes de la imagen ya que se desconocen sus dimensiones reales, se distingue entre fondo y forma, se rellenan sectores interiores, se seleccionan los objetos a medir tomando en consideración que todo aquello que presente interés en ser medido, no debe exceder ciertos rangos máximo y mínimo entre los cuales puede tratarse de una fibra. Por último, se identifica un centro geométrico a partir del cual se miden 32 radios como distancia a los bordes. Se calcula el radio promedio y se aproxima la figura a una circunferencia.

Las figuras 5, 6, 7 y 8 muestran una secuencia de imágenes que ilustran los pasos del proceso detallado en el párrafo anterior.

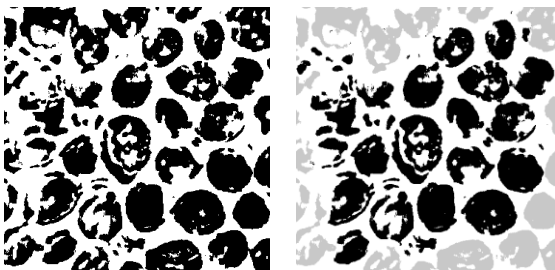


Fig. 5. Paso 1. Imagen binarizada

Paso 2. Eliminación de objetos en contacto con los bordes.

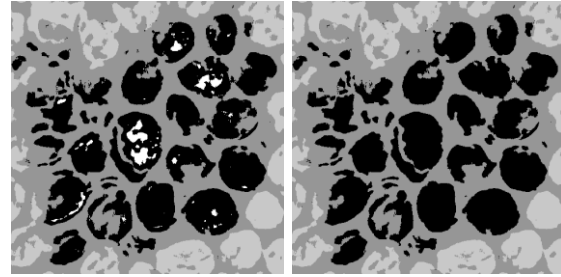


Fig. 6. Paso 3. Separación fondo-figura.

Paso 4. Relleno de blancos internos.

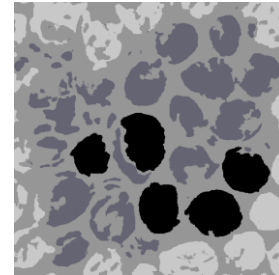


Fig. 7. Paso 5. Selección de objetos útiles a medir.

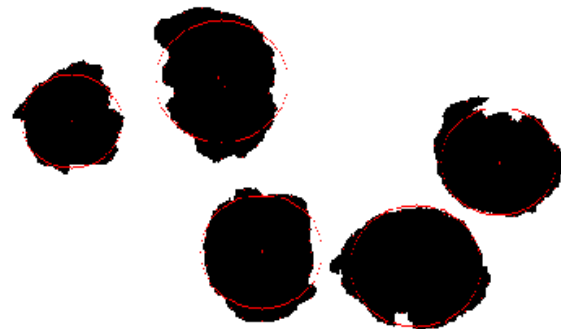


Fig. 8. Paso 6. Aproximación a circunferencia.

4 *Discusión de Resultados*

El método resultó satisfactorio principalmente porque las mediciones que se obtuvieron en pixeles, con la equivalencia 2 pixeles = 1 micra de acuerdo al aumento del microscopio con el que se capturaron las imágenes, resultaron en valores adecuados para el radio promedio de las fibras, en comparación con los obtenidos a partir de otros métodos de medición en laboratorio y existe total independencia del operador en la medición, lo que asegura la precisión y exactitud requeridas. Es decir que el proceso es repetible y de exactitud conocida.

Por otra parte, como ya se dijo, se usan 32 medidas de distancia del centro geométrico de cada objeto a medir para calcular el radio de la fibra ya que experimentalmente se demuestra que no se presentan mejoras tangibles en las medidas por aumentar este número.

Atendiendo la problemática a campo que presenta la determinación de la calidad de la fibra a partir del conocimiento de su finura, el método es útil por cuanto presenta características de buena performance, bajo costo de equipamiento y no requiere operación por parte de personal calificado.

Por último, cabe destacar que el software fue desarrollado en Java lo que lo hace portable en cuanto a la plataforma y no involucra costos adicionales en licencias.

En adelante se deben centrar los esfuerzos en la evolución del sistema metrológico atendiendo tres factores principales:

- La revisión de la metodología de captura de imágenes.
- La adecuación de los algoritmos al tratamiento de fibras con otras características morfológicas.
- El reconocimiento de patrones morfológicos a través de redes neuronales.

Línea de investigación y desarrollo

Los proyectos RNA desarrollados forman parte, con otros de la UTN-FRC, del Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial (GIA).

En el primer proyecto se planteó la posibilidad de interpretar el entrenamiento de una red neuronal multicapa o el proceso de reconocimiento efectuado por una red Hopfield, como la evolución espacio-temporal de autómatas celulares unidimensionales, intentando descubrir un isomorfismo entre estos modelos.

En el segundo y tercer proyecto se continuó con estos estudios y además se inició el estudio de otros modelos de computación y herramientas (máquinas de vector-soporte, motor de búsqueda por similaridad, autómatas en general y algoritmos de tratamiento de imágenes), de nuevos algoritmos de entrenamiento de redes multicapa y de algoritmos para presentación gráfica de datos experimentales obtenidos.

Además, y mediante convenios con otras instituciones (UCC, IIGHI-CONICET, Vates S.A.) se inició el desarrollo de aplicaciones de lo aprendido, con software para Ciencias Sociales (cálculo de índice de riesgo para la salud de la vivienda urbana e historia clínica comunitaria y familiar), Ingeniería de Software

(estimador de esfuerzo y tiempo en proyectos de desarrollo de software) y Producción Animal (determinación de parámetros de calidad de fibras animales).

Resultados y Objetivos

Los proyectos RNA han desarrollado software de entrenamiento y funcionamiento de redes neuronales artificiales (RVS 2.1) y de recopilación de datos para los mismos (Sistema de Historias Clínicas Familiar y Comunitaria), transferidos a instituciones de investigación, empresas y órganos de gobierno; simuladores de autómatas celulares y de redes Hopfield, un motor de búsqueda por similaridad con algoritmos innovadores para estudiar la posibilidad de emular el funcionamiento de una red multicapa, algoritmos para tratamiento de imágenes, rutinas de graficación de datos y bancos de prueba de estas cosas.

Además, ha obtenido derechos de autor sobre algunos de los productos desarrollados, ha organizado reuniones científicas sobre los temas bajo estudio, dirigido prácticas supervisadas y tesis de grado, promovido estudios de posgrado de sus integrantes y efectuado numerosas publicaciones en libros, revistas y congresos locales, nacionales e internacionales.

En particular, en la aplicación al estudio de la calidad de fibras textiles de origen animal, foco principal de este artículo, se diseñó y construyó software para proceso automático de imágenes de muestras de fibras textiles de camélidos y ovinos (transferido a UCC). En la actualidad se está desarrollando hardware y software para ser aplicado en campo por los investigadores de SUPPRAD.

Formación de Recursos Humanos

El equipo de investigación está compuesto por investigadores formados, en formación y becarios alumnos y graduados de las carreras de Ingeniería en Sistemas de Información y de Ingeniería Electrónica de la UTN-FRC.

Adicionalmente, han colaborado en los distintos subproyectos Demógrafos del IIGHI-CONICET, Veterinarios de la UCC, Médicos y Psicólogos de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) y técnicos del Laboratorio de Investigación de Software de la UTN-FRC.

Durante el proyecto, seis becarios lograron su título de grado en Ingeniería, dos iniciaron la Maestría en Ingeniería en Sistemas de Información y dos su Doctorado (en Ciencias de la Computación y en Ingeniería). Adicionalmente dos de los investigadores formados lograron su Magíster en Ingeniería de Software.

Además, desde el proyecto se lanzaron dos nuevos proyectos relacionados y se esperan dos más en el corto plazo.

Referencias

- [1] Martínez, Vázquez, Marciszack. *Redes Neuronales vs. Autómatas Celulares*. VII WICC, Río IV, Argentina. 2005.
- [2] Vázquez, Castillo, Rojas, Marciszack. *Redes neuronales aplicadas a las ciencias sociales*. X WICC, General Picco, La Pampa, Argentina. 2008.
- [3] Vázquez, Castillo, Cárdenas, Rojas. *Modelo computacional empleando redes neuronales artificiales para la estimación del riesgo para la salud de la vivienda urbana*. XIII WICC, Santa Fe, Argentina. 2011.
- [4] INTA. *Programa Nacional Fibras Animales*. Documento Base actualizado a noviembre de 2011.
- [5] Adot, O. *Introducción a la Industrialización de la Lana y las Fibras Especiales*. SUPPRAD N°2. 2010.
- [6] Mueller, J. *Objetivos de Mejoramiento Genético para Rumiantes Menores*. INTA EEA Bariloche, Comunicación Técnica, PA 238. 1993.
- [7] Mueller, J. *Novedades en la determinación del diámetro de fibras de lana y su relevancia en programas de selección*. Comunicación Técnica. INTA, Bariloche, 330pp. 2002.
- [8] Frank, E. *Camélidos Sudamericanos. Producción de fibra, bases físicas y genéticas*. Revista Argentina de Producción Animal. Vol. 28, pp. 112-119. 2008.
- [9] Frank, E., Hick M., Prieto, A., Castillo, M., 2009. *Metodología de Identificación Cualitativa y Cuantitativa de Fibras Textiles Naturales*. SUPPRAD N° 1. 2009.
- [10] Huang, Y., Xu, B. *Image Analysis for Cotton Fibers. Part I: Longitudinal Measurements*. Textile Research Journal, 72(8), 713-720. 2002.
- [11] Xu, B., Ting, Y. *Fiber Image Analysis. Part I: Fiber Image Enhancement*. Textile Research Journal, 87, 274-283. 1996.
- [12] Xu, B., Ting, Y. *Fiber Image Analysis. Part II: Measurement of General Geometric Properties of Fibers*. Textile Research Journal, 87, 284-295. 1996.
- [13] Rojas Vigo, D. A. *Caracterización del Espesor de las Fibras de Alpaca Basada en Análisis Digital de Imágenes*. Electrónica - UNMSM, N° 17. 2006.
- [14] Huang, Y. y Xu, B. *Image Analysis for Cotton Fibers. Part II: Cross-Sectional Measurements*. Textile Research Journal, 74(5), 409-416. 2004.