

Desarrollo de Interfaz Gráfica para la Experimentación de la Detección de Células

AMBRIZ-COLÍN, Fernando*†, AVILÉS-FERRERA, José Josías, CANO-RAMÍREZ, Jaime y FLORES-PÉREZ, José Manuel

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.

Recibido Enero 5, 2014; Aceptado Mayo 18, 2014

Resumen

El presente trabajo muestra un algoritmo para la detección de células en una secuencia de video, empleando el análisis cuadro a cuadro de la imagen, para realizar el rastreo de las células. Se probaron distintas técnicas, métodos y sus combinaciones en búsqueda de aquel algoritmo que ofreciera el mejor desempeño.

Se comenzó por optimizar la calidad de la imagen. Aplicando diferentes técnicas y métodos, para hacer resaltar más a las células del resto de la imagen y hacer más fácil su detección e incrementar el número de células detectadas en el cuadro. Así como también ignorar aquellos objetos que no son células.

Los resultados obtenidos demuestran que el algoritmo usado para el análisis de las imágenes incrementa el éxito en la detección e identificación de las células dentro de la imagen. Aunque en algunas ocasiones por las características propias de las imágenes no se haya podido mejorar mucho su calidad.

Detección, Segmentación, Células, Procesamiento de imágenes

Abstract

This paper presents an algorithm for the detection of cells in a video sequence, frame by frame using the image analysis for tracking cells. Different techniques, methods and their combinations in search of that algorithm to offer the best performance were tested.

It began to optimize image quality. Applying different techniques and methods, to highlight more cells from the rest of the image and make it easier to detect and increase the number of cells detected in the frame. As well as ignore those items that are not cells.

The results show that the algorithm used for image analysis increases success in the detection and identification of cells within the image. Although no one has been able on occasion by the characteristics of the images greatly improve their quality.

Detection, Segmentation, Cell, Image Processing

Citación: AMBRIZ-COLÍN, Fernando, AVILÉS-FERRERA, José Josías, CANO-RAMÍREZ, Jaime y FLORES-PÉREZ, José Manuel. Desarrollo de Interfaz Gráfica para la Experimentación de la Detección de Células. Revista de Sistemas Computacionales y TIC's. 2015, 1-1:70-74

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico:)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En el procesamiento de imágenes la detección de objetos dentro de las imágenes, la mayoría de las veces se hace por medio de alguna propiedad característica del objeto u objetos que se pretenden detectar; propiedades como el tamaño, color, textura forma, etc. [1], [2]. Son con frecuencia las más usadas, pero ¿qué? se hace en el caso de que las propiedades antes mencionadas no puedan ser utilizadas, por ejemplo, porque el objeto tiene una forma irregular que no se puede aproximar a ninguna forma geométrica; o porque el color de los objetos y el color del fondo de la imagen son muy semejantes; o porque simplemente los objetos están continuamente cambiando su forma.

Las imágenes fueron proporcionadas por el Dr. Oliver Debeir. Para adquisición de las imágenes se utilizó un microscopio de contraste de fase (Olympus, modelo IX50, radio de magnificación 10:1), con una cámara de video acoplada (Hitachi Denshi, modelo KP-M1E/K-S10) conectada a una tarjeta de adquisición (Matrix Vision PC-GRAB-GI frame grabber de 32 bits). Las dimensiones de las imágenes son de 700x500 píxeles (con una resolución de pixel de 0.92m en el radio de magnificación antes mencionado) discretizadas sobre 256 niveles de gris (8 bits/pixel) [3].

Por las razones antes expuestas, se buscó obtener un algoritmo detector de células que, teniendo en cuenta el estado original de las imágenes, sus características y propiedades, mejorara la calidad de las imágenes para que el proceso de detección tenga un desempeño más óptimo.

Después de habersele aplicado este pre procesamiento a las imágenes, se procedió a buscar un método de detección que discriminara mejor entre las células y el fondo de la imagen. Se experimentó con diferentes métodos, con diferentes umbrales y ajustes hasta alcanzar un desempeño mejor de detección.

En comparación con la detección de células en la misma imagen pero sin la aplicación del pre procesamiento.

La segmentación de las células en la imagen fue más precisa, permitiendo hacer una discriminación más al ras, más al contorno de las células. Sin embargo, se seguirá trabajando en la segmentación de células que están muy juntas unas de otras, pues aunque, se segmentaron mejor, el algoritmo no pudo identificar dos o más células como independientes, si estas, eran muy cercanas, o si la membrana celular se tocaba una con otra.

Pre procesamiento y Segmentación

Las imágenes con las que se ha estado trabajando tienen propiedades y características muy particulares, debido al método que se utilizó para obtenerlas [1]. Las células y el fondo de la imagen tienen un color de gris muy semejante; la forma irregular que adoptan las células y el halo brillante, son las características y propiedades de las imágenes que se utilizaran para hacer el pre procesamiento.

La Figura 1, muestra un ejemplo de las imágenes, en ella se puede apreciar el cuerpo de la célula (SOMA), el halo brillante alrededor de la membrana celular y el fondo de la imagen.

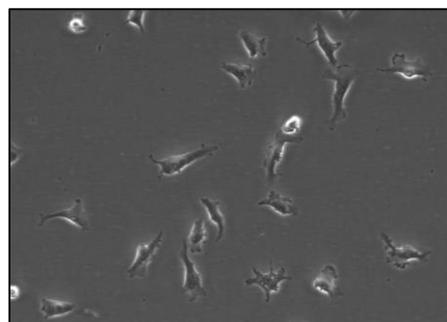


Figura 1 Imagen Original

Segmentación por Clustering

Basándose en la observación de las características antes descritas de las imágenes, ver Figura 2. Se designaron 3 clases, la primera clase se le asignó a los píxeles que corresponden al halo brillante alrededor de las células; la segunda clase se le asignó a los píxeles que pertenecen al fondo de la imagen y la última clase corresponde a los píxeles que corresponde al cuerpo de la célula.

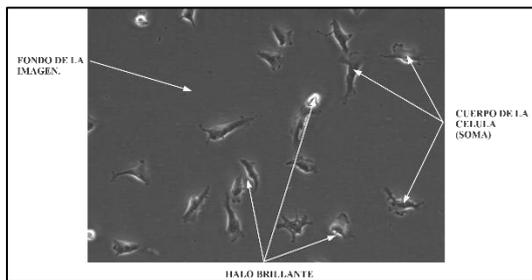


Figura 2 Propiedades de las imágenes.

Los resultados de este método se aprecian en la Figura 3 (a). Como puede apreciarse en algunos casos se dio lugar a una sub segmentación, es decir, que algunas células se segmentaron como una sola célula, cuando debió de haberse segmentado como varas células independientes; la Figura 3 (b), corresponde a la clase 1, los píxeles ahí mostrados, corresponden a los halos brillantes alrededor de la célula. La Figura 3 (c), son los píxeles que fueron asignados como fondo de la imagen, la clase 2, ahí se puede observar, y se comprueba lo que ya antes se había mencionado, el color del fondo de la imagen y el color del cuerpo de las células son muy semejantes. Finalmente en la Figura 3 (d), se muestran los píxeles que fueron asignados como el cuerpo de las células, la clase 3, debido a que los píxeles que conforman el cuerpo y halo de las células se separan, en vez de agruparse todos como una sola región. Lo que no ayuda a la tarea de segmentar las células como de forma individual e independiente.

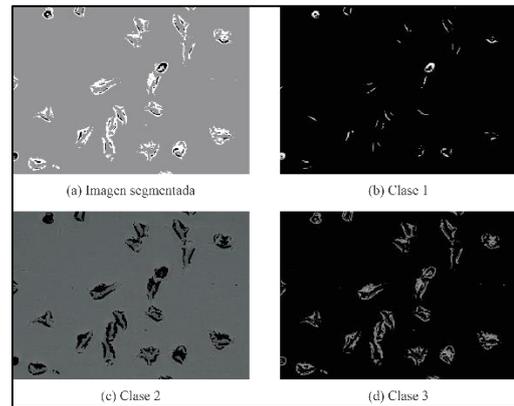


Figura 3 (a) Segmentación por medio de método K-means, (b) Clase 1; halo brillante, (c) Clase 2; fondo de la imagen, (d) Clase 3; cuerpo de la célula.

Segmentación por Intensidad

Para evitar que el color del cuerpo de las células y el color del fondo de las imágenes afectaran o disminuyan la eficacia de los métodos de segmentación, ya que, como se demostró anteriormente, la intensidad de gris en ambos casos es casi igual; se hizo un ajuste a las imágenes para que el contraste de las imágenes sea mayor y las células sean más visibles.

La Figura 4, muestra un análisis de histograma de la imagen sin ajuste y una imagen con un ajuste no lineal.

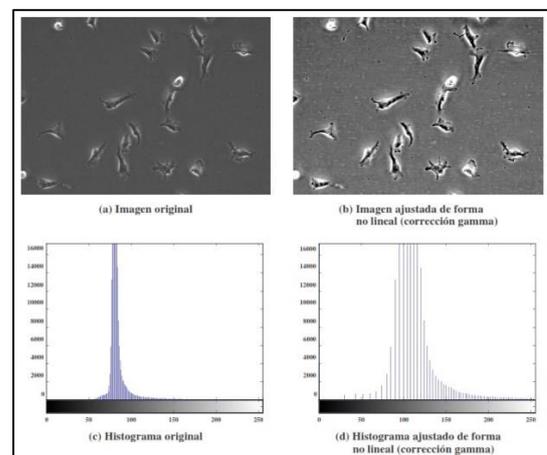


Figura 4 Comparación entre imagen original e imagen ajustada

La Figura 4 (a) y su histograma Figura 4 (c), muestran lo cerrado de las intensidades de color, lo que como ya había sido mencionado, hace que la segmentación por clustering, no sea el método más adecuado para dicha tarea. La Figura 4 (b) y su histograma la Figura 4 (d), muestra que el gráfico del histograma ha sido abierto pues la distribución es ahora mayor, lo que se aprecia en la imagen ajustada 4 (b), las células son ahora más visibles y el fondo de la imagen se contrasta mejor. Sin embargo, esta mejoría no fue suficiente para segmentar las células por este método únicamente, aun así, la mejoría obtenida en el contraste de las imágenes se usó en combinación con otros métodos, que se discutirán más adelante.

Operaciones Morfológicas

Debido a que las imágenes están en escala de grises, se les aplicó las operaciones morfológicas para segmentar las células, cabe mencionar que para este proceso, se tomó ventaja del ajuste no lineal que se le aplicó a las imágenes para aumentar el contraste. Las operaciones morfológicas constan de la dilatación y erosión, la Figura 5 muestra todo el proceso de segmentación.

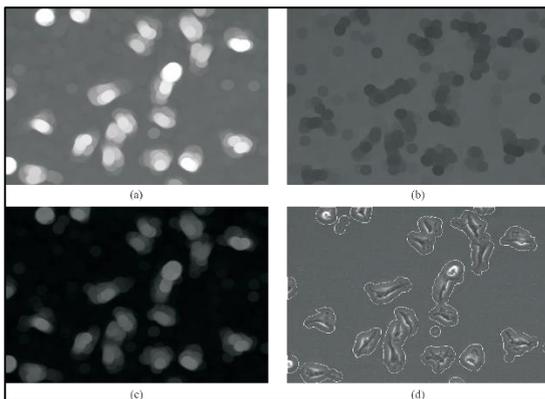


Figura 5 (a) Dilatación, (b) Erosión, (c) Gradiente Morfológico, (d) Imagen Segmentada.

La figura 5(a), se muestra la operación de dilatación usando un elemento estructural circular con un radio de 15 píxeles.

La Figura 5(b), se muestra la operación de erosión donde se empleó de igual manera el elemento estructural circular con el radio de 15 píxeles. La Figura 5(c) se muestra el gradiente morfológico, ahí se puede apreciar las regiones de interés donde las células se encuentran. Finalmente la Figura 5(d), se muestran las células segmentadas en base al gradiente morfológico, a la imagen se le aplicó un contorno blanco para ilustrar las áreas de interés.

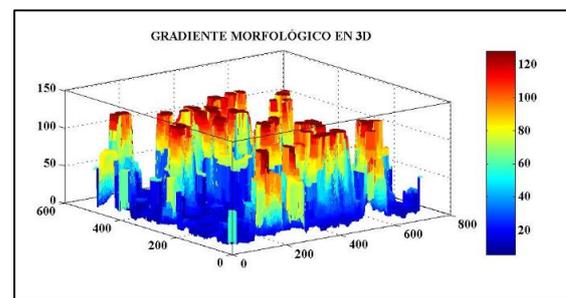


Figura 6 Gradiente Morfológico en 3D

En la Figura 6, se puede observar claramente la segmentación de las zonas donde se encuentran las células, zonas en rojo, y en color azul el fondo de la imagen.

Análisis de resultados

Como se demostró en el histograma de intensidades, de las imágenes originales, el color de las células y el color del fondo de la imagen es muy semejante, por ello fue necesario aplicar un ajuste no lineal para incrementar el contraste de las células con respecto al fondo de las imágenes, y aunque el aumento en el contraste no fue muy significativo. Pues en el caso de la segmentación por el método de clustering, no hubo mejoras en la segmentación. Sin embargo, cuando se hizo la segmentación por medio de las operaciones morfológicas, ese pequeño incremento en el contraste de las imágenes entre el cuerpo de las células y el fondo de la imagen permitió mejorar el desempeño de la segmentación, pues hizo posible discriminar mejor entre las zonas de interés de las que no lo son.

Conclusiones

Obtener una buena segmentación de las células depende de incrementar el contraste de la imagen en su totalidad, de la combinación de uno o más métodos, ya que la aplicación de un método por sí solo no ofrece el desempeño necesario.

Las operaciones morfológicas resultaron la mejor opción para la aplicación de la segmentación, debido a que las imágenes están en escala de grises, su aplicación resulta natural y la opción lógica, aún queda pendiente la realización de más experimentos en esta área con diferentes elementos estructurales y diferentes umbrales a fin de lograr una detección más exacta, que se apege más al contorno de la membrana celular. La figura 7, muestra el procedimiento que se empleó simplificado.

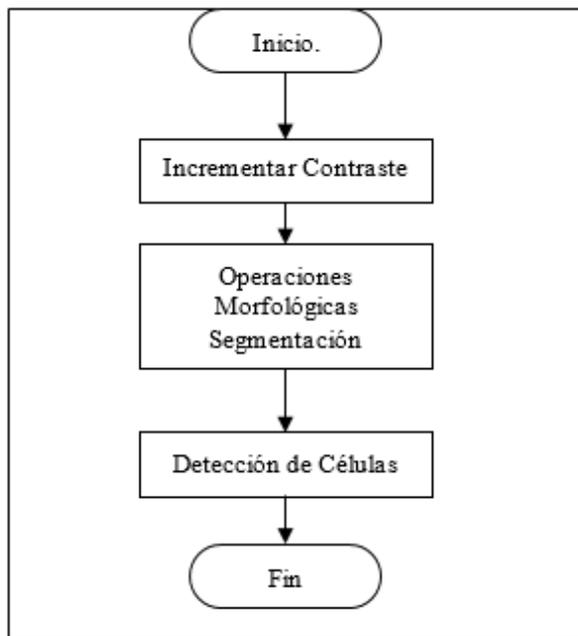


Figura 7 Diagrama de flujo del experimento

Referencias

David G. Stork. Richard O. Duda, Peter E. Hart. Pattern Classification. Wiley Interscience, 605 Third Avenue, New York, NY, second edition, November 2000.

William K. Pratt. Digital Image Processing. Wiley & Sons, Inc, 605 Third Avenue, New York, NY, third edition, 2001.

Debeir, O.; Van Ham, P.; Kiss, R.; Decaestecker, C., "Tracking of migrating cells under phase-contrast video microscopy with combined mean-shift processes," Medical Imaging, IEEE Transactions on , vol.24, no.6, pp.697,711, June 2005

Ambriz, F.; Torres, M.; Aviña, J.; Saavedra, J.; Debeir, O.; Sanchez, J., "Detection of Biological Cells in Phase-Contrast Microscopy Images," Artificial Intelligence, 2006. MICAI '06

Aviña, J.; Torres, M.; Ambriz, F.; Debeir, O.; Sanchez, J., "Detection of biological cells in phase-contrast video microscopy", Electronics and Photonics, 2006. MEP 2006. Multiconference on , vol., no., pp.239,243, 7-10 Nov.2006.