



MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE SISTEMAS

Mérida – Venezuela

**Sistema Automatizado para el Conteo y Análisis de
Glóbulos Blancos en Muestras Sanguíneas mediante
Procesamiento de Imágenes**

Team Guayaba:

Gregory Hernández C.I.: 28246581

Juan Rodríguez C.I.: 29948854

Planteamiento del Problema

El análisis de sangre es una de las principales herramientas de diagnóstico médico. Entre los diversos elementos que se estudian, el conteo y clasificación de los glóbulos blancos resulta fundamental para detectar alteraciones en el sistema inmunológico e identificar diferentes patologías hematológicas.

Este análisis se realiza muchas veces de manera manual en los laboratorios. El especialista observa la muestra en el microscopio y procede a contar uno a uno los glóbulos blancos. Este procedimiento es lento, demandante y propenso a errores humanos por fatiga visual. En este contexto, se plantea un sistema automatizado que agilice el conteo, garantice mayor precisión y reduzca la carga de trabajo del personal médico.

Justificación

El proyecto busca aportar una solución tecnológica a un problema real en el área de la salud en Mérida y en general en Venezuela: el tiempo y el esfuerzo que implica el conteo manual de glóbulos blancos en análisis de sangre.

Un sistema automatizado permitiría:

- Reducir el tiempo de análisis drásticamente.
- Minimizar errores humanos derivados del cansancio visual.
- Ofrecer un diagnóstico preliminar rápido y confiable como apoyo al especialista.
- Optimizar recursos en laboratorios con alta demanda de análisis.

De esta forma, la propuesta no solo se centra en el ámbito académico, sino que también responde a una necesidad real y concreta del sector salud.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un Sistema Automatizado para el Conteo y Análisis de Glóbulos Blancos en Muestras Sanguíneas mediante Procesamiento de Imágenes.

Objetivos Específicos

1. Implementar un modelo de representación de imágenes basado en Grafos de Malla (Grid Graphs) para el procesamiento de píxeles.
2. Diseñar un algoritmo de segmentación eficiente basado en Búsqueda en Anchura (BFS Iterativo) para la detección de componentes conexas (células).
3. Desarrollar un algoritmo de clasificación heurística basado en propiedades morfológicas (área, circularidad) y cromáticas (intensidad RGB) para diferenciar los tipos leucocitarios.
4. Implementar un Sistema Experto basado en reglas clínicas para generar diagnósticos preliminares automáticos a partir del conteo.
5. Generar un reporte automático con los resultados del análisis.

Metodología

El sistema desarrollado sigue las siguientes etapas:

1. **Entrada de datos y Preprocesamiento:** El programa recibe imágenes microscópicas digitales (formato 40x) de la muestra sanguínea. Se implementa un sistema de procesamiento por lotes que permite analizar múltiples campos visuales secuencialmente.
2. **Modelado mediante Grafos:** La imagen se representa como un Grafo de Malla, donde cada nodo corresponde a un píxel (o agrupación de píxeles) y las aristas representan la vecindad, ponderadas por la diferencia de color entre ellos.
3. **Segmentación (Componentes Conexas):** En lugar de cortes globales costosos, se utiliza un enfoque de recorrido de grafos (BFS Iterativo). Se eliminan las aristas con alto contraste (bordes) y se agrupan los nodos conectados restantes para aislar las estructuras celulares del fondo y los eritrocitos.
4. **Clasificación de Glóbulos Blancos:** Cada componente segmentado es analizado individualmente. Se aplican filtros de tamaño (para descartar ruido y plaquetas) y circularidad. La identificación del tipo celular (Neutrófilo, Linfocito, Monocito, Eosinófilo) se realiza mediante un árbol de decisión que evalúa la intensidad de color del núcleo y la presencia de gránulos en el citoplasma. Se incluye una categoría de "Células Atípicas" para estructuras irregulares.
5. **Diagnóstico (Sistema Experto):** Se sustituye el modelado estocástico por un sistema determinista basado en reglas médicas. El sistema compara los porcentajes obtenidos (fórmula leucocitaria) con los rangos de referencia clínicos para detectar condiciones como Neutrofilia, Linfocitosis o Eosinofilia.
6. **Generación de Resultados:** El sistema emite un reporte en pantalla con el conteo total, porcentajes y el diagnóstico sugerido.

Resultados Esperados

- Una herramienta informática capaz de realizar el conteo de glóbulos blancos con alta velocidad.
- Un algoritmo robusto capaz de diferenciar células en imágenes de microscopía óptica estándar (40x).
- Un módulo de diagnóstico que interpreta los resultados matemáticos en términos clínicos útiles para el médico.
- La aplicación práctica de Teoría de Grafos (Grid Graphs, BFS) y Algoritmos de Búsqueda en un problema de visión artificial real.

Conclusión

El proyecto plantea una solución innovadora y factible para optimizar el proceso de análisis de sangre, integrando procesamiento de imágenes con algoritmos avanzados de análisis y diseño. Al reducir el tiempo de diagnóstico y apoyar al especialista, se contribuye de forma significativa a mejorar la eficiencia y calidad en el área de la salud en Mérida y en Venezuela.