



Más allá de la percepción del ojo humano: hacia lo hiperespectral



La visión de los seres humanos es una herramienta poderosa para percibir el mundo y a través de ella podemos identificar el color de los objetos. En la retina de nuestro ojo existen células llamadas conos que nos permiten identificar el color, los cuales son sensibles a tonos de azul, verde o rojo. En el reino animal la percepción del color es muy diversa y esto ha sido clave para la subsistencia de las especies: en la búsqueda de alimento y para evitar depredadores, es decir es parte del proceso evolutivo. Nuestras mascotas preferidas, los perros y los gatos, pueden ver menos colores que el ser humano y de forma más débil; ellos perciben tonos de gris, azul y amarillo. En cambio, las aves en general tienen una capacidad de percepción del color mucho más avanzada al ser humano, sobre todo en el ultravioleta. Por otro lado, los mamíferos acuáticos, como las ballenas, focas y delfines, solo distinguen un tipo de color, el azul.

Sin embargo, ¿cómo se construye la percepción del color? Consideremos primero el ejemplo del prisma que descompone un rayo de luz incidente y de salida observamos un rango de color que muestra la percepción de nuestros ojos, es decir desde el violeta hasta el rojo; a lo cual se llama el espectro visible. Al observar un objeto, nuestros ojos perciben la luz reflejada por este, es decir el objeto absorbe ciertos tonos de color y refleja el restante. De esta manera, la hoja de un árbol absorbe todo el rango de color excepto el verde debido a la clorofila que contiene. Es decir, la percepción del color se asocia con la composición molecular de los objetos y sus propiedades de absorción y reflexión de la luz. Otro ejemplo ilustrativo es lo que pasa al observar una muestra de sangre en un recipiente de cristal, los tonos de color azul se absorben y se refleja el rojo debido a la hemoglobina oxigenada que constituye la sangre. Pero ¿qué utilidad puede tener esto? Muchísimas, la luz reflejada por los objetos nos puede dar información de su composición molecular, sin necesidad de tocarlo o tener que hacer una evaluación química del mismo, lo que se conoce como análisis no-invasivo. Esto es bastante útil, sobre todo si logramos automatizar este tipo de análisis. Esto lo podemos hacer por medio de imágenes digitales, como las que generamos a través de nuestro teléfono celular. Aunque estas imágenes tienen una limitación clave, solo perciben el color en tres grandes rangos: azul, verde y rojo, como los conos que tenemos en la retina. De esta forma, las imágenes en color del teléfono resultan de sumar las aportaciones de estos tres canales por cada píxel o posición espacial. Sin embargo, como sucede con ciertas especies animales, el tener un rango de percepción del color ampliado nos arrojaría ventajas; lo que se traduce en analizar con mayor precisión la composición de una muestra. Aquí es donde surge un nuevo tipo de imágenes digitales que se denominan hiperespectrales, donde en lugar de tres canales, como en nuestro teléfono celular, tenemos ahora cientos, e inclusive midiendo más allá del rango que pueden captar nuestros ojos.

Aquí es donde se ubica mi trabajo de investigación de los últimos años, pero enfocado en aplicaciones médicas de las imágenes hiperespectrales. Les platico de tres áreas interesantes de impacto inmediato. Primero, en la detección temprana de cáncer en la piel. Una detección temprana es clave para la recuperación del paciente, sin embargo, depende de la experiencia del médico tratante al visualizar una lesión sospechosa. Y aquí es como las imágenes hiperespectrales, al ampliar el rango de visión del ojo, pueden ayudar a detectar y clasificar este tipo de cáncer. Segundo, en cirugías. Por ejemplo, durante una cirugía en la que se remueve el tejido cancerígeno en el cerebro, es clave no extirpar tejido sano, ya que puede impactar en la recuperación de las habilidades motoras del paciente. En esta aplicación, el cirujano se enfrenta a una decisión rápida y que debe ser precisa, y aquí nuevamente las imágenes hiperespectrales pueden ser de gran ayuda para delinear los límites del tumor. Tercero, en evaluar las lesiones de pie diabético, buscando tener una herramienta de apoyo al médico para medir de forma cuantitativa la circulación de la sangre en las heridas, y así tomar acciones preventivas y evitar la muerte del tejido.

Cabe mencionar que la tecnología hiperespectral comenzó su desarrollo en la década de 1970; al montar cámaras con esta tecnología en satélites buscando tener una percepción remota en la exploración espacial. Por lo que es relativamente nueva y aún tiene un costo alto, pero su enorme potencial augura que paulatinamente su precio se hará más accesible en un futuro cercano. Además, no es trivial el análisis y almacenamiento de toda la información que arrojan las imágenes hiperespectrales. De manera que existen muchos problemas de investigación abiertos para la comunidad científica, así como retos tecnológicos para materializar en productos comerciales las aplicaciones que describí previamente. Sin embargo, el panorama es promisorio, ya que la tecnología hiperespectral permitirá ampliar nuestras capacidades de visión y traducirlas en una mejora en la calidad de vida. 