

4. Conclusiones

Debido a que la fusión de imágenes es utilizada en diversos ámbitos existe una falta de unificación en cuanto a métodos y conceptos, este fue uno de los problemas presentados durante la revisión bibliográfica, ya que en algunos casos pese a tratarse de fusión de imágenes del cerebro, estos procedimientos no eran compatibles con nuestros propósitos, o por el contrario, otros que eran ocupados en áreas como imágenes satelitales podrían ser trasladados al ámbito de las imágenes médicas. Consideramos que una forma de solventar estos inconvenientes es mediante una clasificación de objetivos de la fusión de imágenes (ver sección 2.3), que aunque no deja de ser una tarea complicada debido a las mismas discrepancias, facilita la elección y aprovechamiento de métodos que vayan más de acuerdo a una aplicación específica.

Se probaron principalmente tres métodos de fusión de imágenes multimodales que permiten identificar a cada una: *alpha blending*, traslape mínimo y fusión en espacio de color. El primer método evaluado fue el de *alpha blending*, el cual es relativamente sencillo de implementar y de utilizar, ya que la intervención del usuario es mínima; permite ubicar la información funcional dentro del contexto anatómico, esto se facilita si varía el valor de alfa interactivamente, en caso contrario la información plasmada en la imagen final resulta poco significativa, debido a que es difícil distinguir las distintas intensidades presentes en la imagen funcional. Aunque no se presentan diferencias significativas si se despliega una imagen en niveles de gris y la otra en color, o las dos en colores distintos, de esta última forma se incrementa el contraste entre ambas, pero persiste el problema de las intensidades, dificultándose además la ubicación de regiones puntuales.

El segundo método usado fue el de *traslape mínimo*, en el cual no es necesario obtener todos los bordes de la modalidad anatómica, pero es preferible ocupar un operador que introduzca el menor ruido posible, con tal de no dificultar la visualización en la imagen fusionada. En el caso de la imagen funcional, se debe ser cuidadoso con el filtro de

suavizamiento para no eliminar información valiosa. Una vez integradas estas imágenes en una sola, se tiene como resultado una imagen que concentra las características más importantes de cada modalidad sin perder su identidad. El principal problema con este método es en cuanto al procesamiento inicial de las imágenes, debido a que el usuario necesita tener nociones de procesamiento de imágenes o asesoría para poder manipular adecuadamente los parámetros de los operadores ocupados.

Por último, la fusión utilizando espacios de color es la que mayor flexibilidad y opciones de manipulación presenta. El espacio de color HSV, al separar la información de color de aquella de intensidad de una imagen, permite un mejor manejo de los datos presentes en sus canales a diferencia del espacio RGB. La mayoría de las imágenes resultantes permiten la visualización simultánea de ambas modalidades, ya que se preservan rasgos anatómicos así como funcionales, estos últimos debidos al mapa de color utilizado. Aún así, se debe ser cuidadoso al manipular ya que, al cambiarse la información original presente en los canales pueden observarse oscurecimientos o bien, incrementar la intensidad de los colores en las áreas de mayor intensidad de las imágenes anatómicas. Además, al igual que en el método anterior, es necesario contar con nociones relativas a los espacios de color para entender los cambios ocurridos al modificar el contenido de los canales.

Una vez examinados estos métodos se realizaron pruebas ocupando enfoques combinados del espacio de color HSV y la extracción de bordes. De esta manera, uniendo la fusión en HSV y los bordes extraídos, se consiguen resultados más claros, principalmente en cuanto a las intensidades en la imagen funcional, en comparación con la fusión de traslape mínimo. Al igual que en los casos previos, es recomendable que el usuario pueda manipular el detalle de la extracción de los bordes, debido a que a pesar de que se extraigan la mayor cantidad, estos puedan estorbar o confundir durante la visualización, saturando la imagen con información de forma indiscriminada, y sea mejor obtener solamente los contornos de las estructuras anatómicas principales. Otra alternativa es modular los bordes con la información de color de la imagen funcional, a pesar de la aparente pérdida de información, es posible localizar la distribución de la información funcional en la anatomía y la visualización resulta más clara.

Como se ha mencionado reiteradamente la interactividad es importante, esencialmente para compensar las pérdidas de información asociadas a la fusión y además ayuda a mejorar la

visualización. Una de sus desventajas es que el usuario podría requerir de cierto conocimiento técnico y entrenamiento, al cual no está habituado para una adecuada manipulación.

En lo que respecta al uso del color, es una herramienta poderosa para desplegar en una sola imagen distintos tipos de información, ya sea como canales de un espacio de color o utilizando mapas de color. Aún así es importante ser cuidadosos en cuanto a su interpretación ya que durante el proceso de fusión sus características pueden modificarse.

A pesar de los avances obtenidos en cuanto a trabajos previos, todavía hay elementos perfeccionables, por ejemplo optimizar los mapas de color, hacerlos más perceptuales o que presenten con mayor precisión distintos niveles de intensidades. Igualmente, convendría rediseñar la interfaz gráfica de usuario que se implementó para probar los métodos propuestos, de modo que pueda ser empleada por usuarios reales, tales como personal médico o investigadores. Este último punto va ligado a nuestro principal objetivo a futuro que es el de utilizar los métodos propuestos en aplicaciones reales, en colaboración con especialistas en neuroimágenes y con distintas modalidades.