

Maestría en Ingeniería Matemática

Propuesta de Tesis



Título de la propuesta

Extensiones del algoritmo DUDE con aplicaciones a microscopía electrónica

Identificación del proponente

- Ignacio Ramírez (Phd, Gr.3, IIE/FING), Gadiel Seroussi (PhD., Gr. 5, IIE-INCO/FING)
- Área de trabajo: Procesamiento Estadístico de Señales
- Información de contacto: tel. 27110974 – cel. 098182068 – mail nacho@fing.edu.uy

Área Temática

Teoría de la Información, Modelado estadístico de señales

Perfil esperado del estudiante

Se busca alguien con buena base matemática en temas como estadística, probabilidades, procesos estocásticos y optimización no lineal, y con interés en aplicaciones a dichas áreas de conocimiento a temas como el procesamiento de señales. Ejemplos de éstos son (sin un orden particular): egresados de las carreras de Ing. Eléctrica o Computación con buena formación en matemática, Licenciados en Estadística y Licenciados en Matemática.

Resumen

El DUDE (Discrete Universal DEnoiser) [5], describe una metodología general para eliminar ruido en secuencias de datos, siempre y cuando éstos datos sean *discretos*, es decir, puedan tomar un número finito de valores posibles (alfabeto finito). La elegancia del DUDE radica en que ofrece garantías de optimalidad (dentro de una familia, bastante amplia, de algoritmos de denoising), siendo el único requerimiento el conocer el proceso de ruido (modelo de canal). A priori, no es necesario conocer ni suponer *nada* acerca de la secuencia de datos a limpiar.

Desde su formulación inicial han sido propuestas numerosas variantes a dicho algoritmo [2], algunas de ellas con el objetivo de mejorar su efectividad en tipos particulares de datos como por ejemplo las imágenes naturales [1].

El presente proyecto propone analizar variantes del DUDE para el caso de imágenes de microscopía electrónica (EM) (ver figura 1). Éste tipo de datos está caracterizado por una gran cantidad de ruido, que hace ininteligibles las imágenes sin procesar, la falta de un modelo preciso para describir los datos limpios subyacentes, un alfabeto que en la práctica es finito y muy acotado (de no más de

8 o 9 valores posibles) y de un modelo de ruido bien conocido. El DUDE parece pues apropiado para operar en dichas circunstancias. Sin embargo, al igual que en otros casos, el DUDE tal cual es descrito en [5] no es aplicable directamente a estos datos. Primeramente, al contrario de las hipótesis del DUDE original, el alfabeto de la imagen *limpia* subyacente es *continuo*. Es pues necesario ampliar la definición del DUDE para este caso. También, al igual que con imágenes naturales, la aplicación directa del DUDE original se torna poco práctica en estos datos, por lo que hay que recurrir a variantes en otros aspectos del algoritmo. Finalmente, al no existir imágenes *limpias* para utilizar como referencia, el desempeño del algoritmo debe ser medido por métodos auxiliares como la *compresibilidad* de los resultados obtenidos, o estimadores generales del desempeño del DUDE [3]. Además de su interés de por sí, las medidas de desempeño pueden ser utilizadas en esquemas de inferencia combinada como por ejemplo el *exponential weighting* [4]. Cualquier mejora real a una imagen de EM redundante en un aumento en la resolución de los objetos que son buscados en ellas, en este caso moléculas orgánicas. El interés de este proyecto radica entonces no sólo en la posibilidad de experimentar con variantes del DUDE sobre un tipo de datos no explorado anteriormente con este algoritmo, sino en la posibilidad de obtener mejoras reales en el campo de la microscopía electrónica, lo que tendría un impacto social muy importante.

Referencias

- [1] G. Motta, E. Ordentlich, I. Ramirez, G. Seroussi, and M. Weinberger. The iDUDE framework for grayscale image denoising. *IEEE Trans. IP*, 20(1):1–21, Jan. 2011.
- [2] E. Ordentlich, G. Seroussi, S. Verdu, and K. Viswanathan. Universal algorithms for channel decoding of uncompressed sources. *Information Theory, IEEE Transactions on*, 54(5):2243–2262, May 2008.
- [3] E. Ordentlich, K. Viswanathan, and M.J. Weinberger. On concentration for denoiser-loss estimators. In *Information Theory, 2009. ISIT 2009. IEEE International Symposium on*, pages 824–828, June 2009.
- [4] A.C. Singer and M. Feder. Universal linear prediction by model order weighting. *Signal Processing, IEEE Transactions on*, 47(10):2685–2699, Oct 1999.
- [5] T. Weissman, E. Ordentlich, G. Seroussi, S. Verdú, and M.J. Weinberger. Universal discrete denoising: Known channel. *IEEE Trans. IT*, 51(1):5–28, 2005.

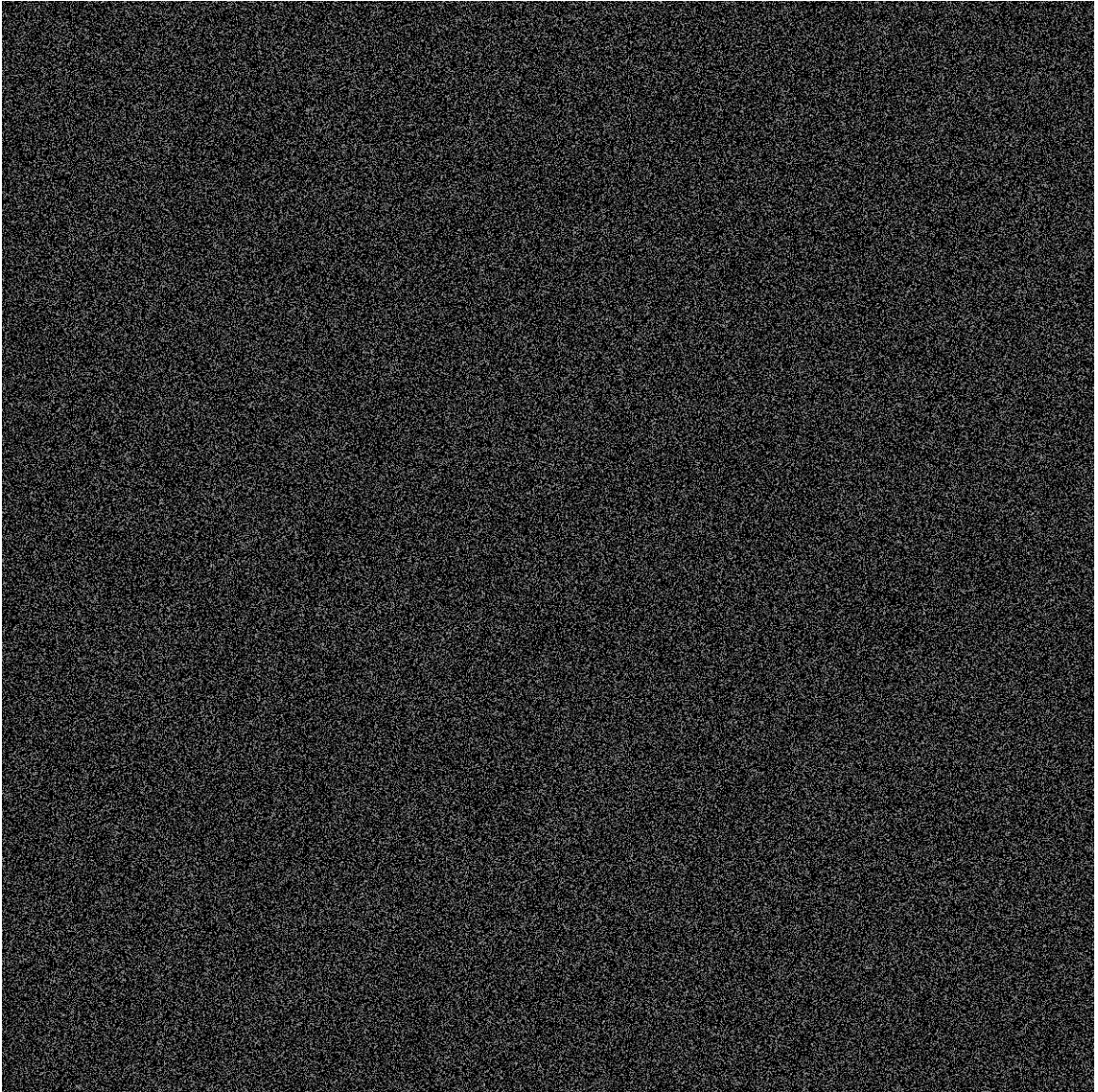


Figura 1: Recorte de una imagen de microscopía electrónica (la original es de 7600×7600 pixels).