

Proyecto Matlab GUIMCP

Una interfaz gráfica para el estudio de las placas micro-canal (MCP)

Angel Manrique Pozos Flores

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Tijuana
Blvd. Industrial, Mesa de Olay, 22430 Tijuana, B.C., México.

23 de septiembre de 2016

En este trabajo se implementan los algoritmos para la búsqueda del centroide en nubes de partículas así como la creación de la nube de partículas basado en el modelo de emisión secundaria propuesto por Scholtz et al., [14] de donde se hace una relación con la ganancia de una placa micro-canal (MCP). A esta nube le es aplicado un algoritmo de contornos activos sin bordes propuesto por Chan and Vese [4] donde, una vez obtenido este contorno se realiza la búsqueda del centroide de dicho contorno mediante el calculo del centro de masa.

1. Introducción

En Astronomía, el análisis de los datos obtenidos por telescopios espaciales conlleva una gran tarea, por ello diversas áreas han tenido un papel de vital importancia, una de ellas es el modelado computacional, en específico el área de ciencias computacionales dedicada al análisis de datos en astronomía mejor conocida como astrofísica computacional.

Las placas micro-canal (MCP) son utilizadas en el área de Astronomía para la obtención de datos referentes a objetos estelares [1], principalmente de telescopios espaciales como es el caso de Hubble, Galex, entre otros. Por ello, es necesario generar un modelo predictivo adecuado que sea capaz de representar el proceso que ocurre dentro de una placa micro-canal, desde la obtención de datos hasta el posterior análisis de estos.

Basados en esto, el presente trabajo genera un modelo computacional para el modelado de placas micro-canal, el cual está dividido de la siguiente manera:

- Modelado del rendimiento de la emisión secundaria de electrones.
- Modelado de nubes de partículas asociadas a la placa micro-canal.
- Modelado del proceso de segmentación utilizando el algoritmo propuesto por Chan and Vese.
- Modelado de la búsqueda del centroide.

2. GUIMCP

GUIMCP es una herramienta para el análisis de imágenes obtenidas de una placa micro-canal así como el estudio de las propiedades de la placa micro-canal, esta herramienta esta organizada en cuatro partes las cuales son descritas a continuación.

2.1. Rendimiento de la emisión secundaria de electrones

El estudio del rendimiento de la emisión secundaria de electrones es elemental para poder comprender que sucede dentro de la placa micro-canal cuando esta es polarizada y se hace incidir un haz de partículas con el fin de poder caracterizar el material con el cual a sido construida la placa micro-canal.

En la primera ventana se muestra la curva de rendimiento de la emisión secundaria de electrones asociada con el material con el cual está construida la placa micro-canal, donde el usuario puede variar los valores mediante dos menús, el primer y segundo menú contienen los parámetros de ajuste de acuerdo a la ecuación 1 definida por Scholtz et al., [14] y modificada por A. Kruschwitz [11], llamados C y σ . El tercer y cuarto menú contienen los valores de energía asociados a los parámetros de ajuste previamente definidos.

$$f(E_s) = C \cdot \exp \left\{ - \frac{[\ln \frac{E_s}{E_0}]^2}{2\sigma^2} \right\} \quad (1)$$

Dichos valores fueron obtenidos de acuerdo a la tabla 1 proporcionada por el trabajo de Henrist et al., [7].

Primary Energy (eV)	C	E_0	τ	Upper Energy Bound (eV)
10	0.277	1.57	0.985	5
30	0.136	1.9	0.99	22
100	0.126	1.58	1.16	22
300	0.155	2.1	0.85	21
550	0.2	1.48	0.909	26

Cuadro 1: Tabla de parámetros de ajuste para diversos valores de energías primarias de electrones.

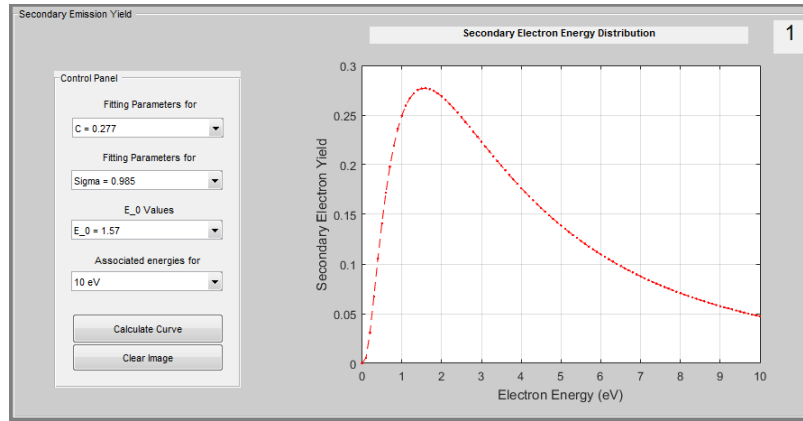


Figura 1: Ventana del rendimiento de la emisión secundaria de electrones.

En la Figura 1 se muestra una curva del tipo gaussiano, donde el eje y representa los valores obtenidos de la ecuación de Scholtz et al., [14] y el eje x representa los respectivos valores de energía asociados en eV. Esto con el fin de poder realizar un estudio de las propiedades del material que se utiliza para la construcción de las placas micro-canal como se menciona en el trabajo de Scholtz et al., [14] entre otros demás trabajos importantes [3], [13], [2], [11], [12], [8], [10], los cuales reproducen las variaciones de las diversas características de la emisión secundaria de electrones.

2.2. Distribución de la nube de partículas

Basándonos en la ecuación descrita por Scholtz et al., [14] se puede lograr una relación del rendimiento de la emisión secundaria con modelos que describen la ganancia de una placa micro-canal [2], [15], [5], [6], [1].

Esta segunda ventana muestra la creación de la nube de partículas, donde el usuario interactúa variando los valores asociados a la nube de partículas mediante cuatro menús:

- El primer menú corresponde al radio de la nube de partículas con valores desde 1 hasta 5.
- El segundo menú corresponde al valor de sigma, con valores de 1 hasta 5.
- El tercer menú corresponde al tamaño del kernel con valores vectoriales desde 1 hasta 9.
- El cuarto menú corresponde a los valores de ganancia asociados a una placa micro-canal.

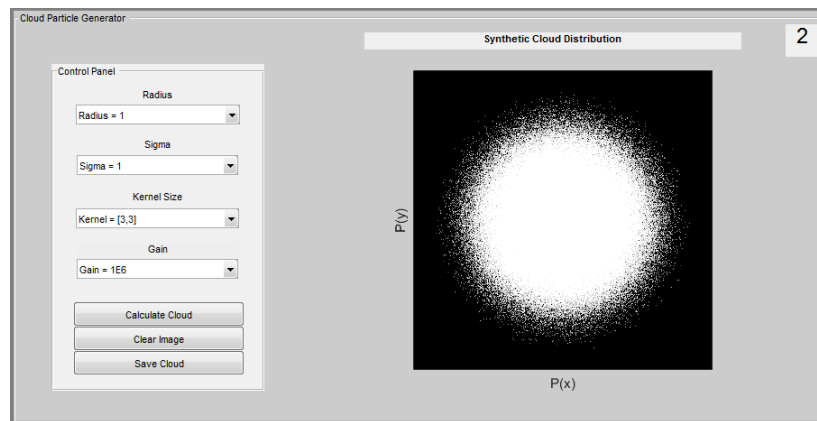


Figura 2: Ventana de la distribución de partículas.

La imagen mostrada en la Figura 2 es obtenida de la interacción del usuario con los menús anteriormente descritos, la cual es una buena aproximación de lo que se obtiene a la salida de una placa micro-canal [9]. Cuando se obtiene esta nube de partículas el usuario tiene la opción de guardar la imagen que quiere analizar mediante un botón destinado a esta tarea, así como el limpiar la pantalla o volver a re-calcular la nube de partículas.

2.3. Segmentación mediante el algoritmo de Chan and Vese

La segmentación es un problema actual muy estudiado en las áreas de computo, en particular el estudio de contornos activos o snakes es una herramienta de gran utilidad para realizar la segmentación de regiones de interés que contienen información relevante para el usuario. La técnica de contornos activos sin bordes

propuesta por Chan and Vese [4] es una técnica que es capaz de reconocer objetos con bordes que no están definidos por su gradiente, esto aunado a su robustez frente al ruido lo hacen una herramienta muy útil para la búsqueda de contornos activos sin bordes y, ya que nuestras distribuciones sintéticas de nubes de partículas no pueden ser definidas por un gradiente, esta herramienta es la adecuada para la búsqueda del contorno representativo del objeto que se este estudiando, evitando con ello que la representación que se define sea la incorrecta ya que el algoritmo de Chan and Vese es capaz de recuperar casi en su totalidad la información original contenida por el objeto.

La tercer ventana trabaja con la imagen obtenida en la ventana de distribución de la nube de partículas esta se carga mediante un botón, además se agrega un botón extra para que se cargue otra imagen (una no generada) que quiera ser analizada. El usuario interactúa con el programa mediante un menú que contiene las máscaras con los contornos iniciales para la búsqueda del contorno activo sin bordes propuesto por Chan and Vese [4] y otro menú que contiene las resoluciones propuestas para trabajar con la imagen y mediante 2 campos el usuario ingresa el número de iteraciones y el peso del término de longitud (con valores aproximados a 0.02 [4]), y un botón calcula el contorno de acuerdo a los datos proporcionados.

Se integra además un panel para que el usuario pueda introducir una máscara personalizada para ser utilizada como contorno inicial.

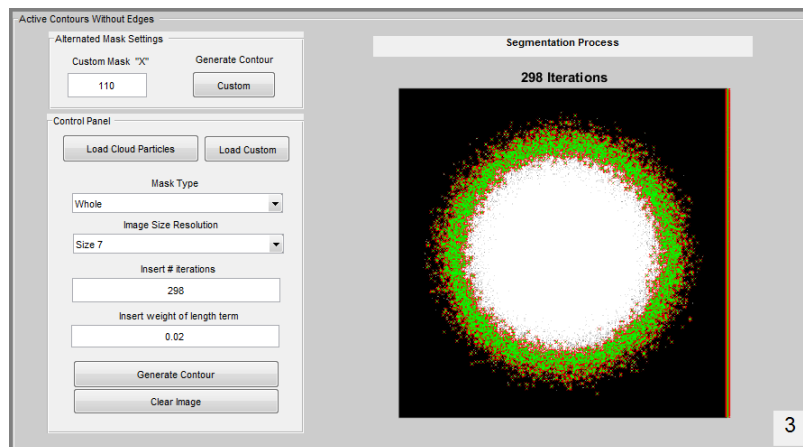


Figura 3: Ventana para el cálculo del contorno activo sin bordes.

En la Figura 3 se muestra el contorno obtenido de la evolución del contorno inicial mostrando la cantidad de iteraciones ocurridas durante el proceso de segmentación, este contorno es segmentado y guardado en una imagen para posterior procesamiento.

2.4. Algoritmo de Centroide

La búsqueda del centroide es una tarea complementaria para el propósito de nuestro trabajo, la cual define el centro de masa o centro de interés de nuestra distribución esto con el fin de poder definir donde impactaron las primeras partículas provenientes de la placa micro-canal y de esta forma poder conocer su posición, además de poder realizar toda la estadística correspondiente al objeto que se está estudiando.

La cuarta ventana calcula el centroide de la segmentación previamente obtenida, con la función *'regionprops'* utilizando la propiedad *'centroid'* que calcula el centro de masa de la región, donde el primer elemento del vector corresponde al centroide en su coordenada horizontal y el segundo elemento corresponde al centroide en su coordenada vertical.

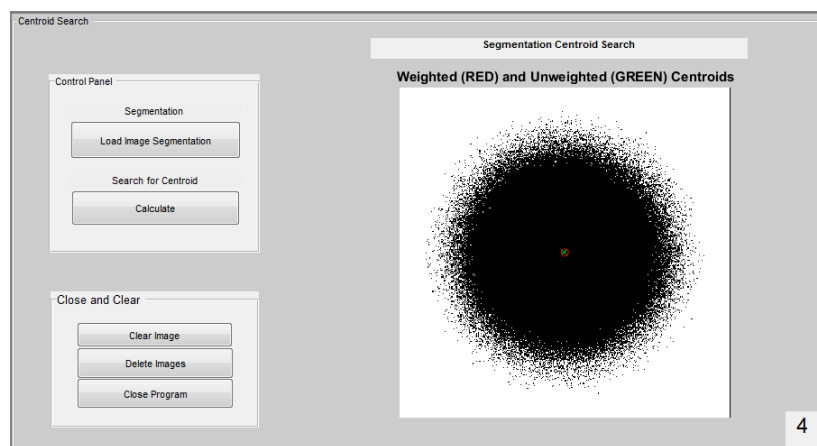


Figura 4: Ventana para el cálculo del centroide.

La Figura 4 muestra los centroides obtenidos de la segmentación de la nube de partículas marcados mediante una cruz verde en el punto calculado y en terminal se muestran las coordenadas de los centroides obtenidos. Finalmente, el usuario tiene la opción de limpiar los ejes, borrar las imágenes anteriormente obtenidas y cerrar el programa.

3. Conclusiones

La herramienta GUIMCP mostrada en la Figura 5 es una primera aproximación para el modelado de placas micro-canal y análisis de los datos obtenidos de la MCP. Por ello, no se puede considerar que sea una version final para modelar una placa micro-canal y que funcione con todas las tecnologías que trabajan con la emisión secundaria de electrones.

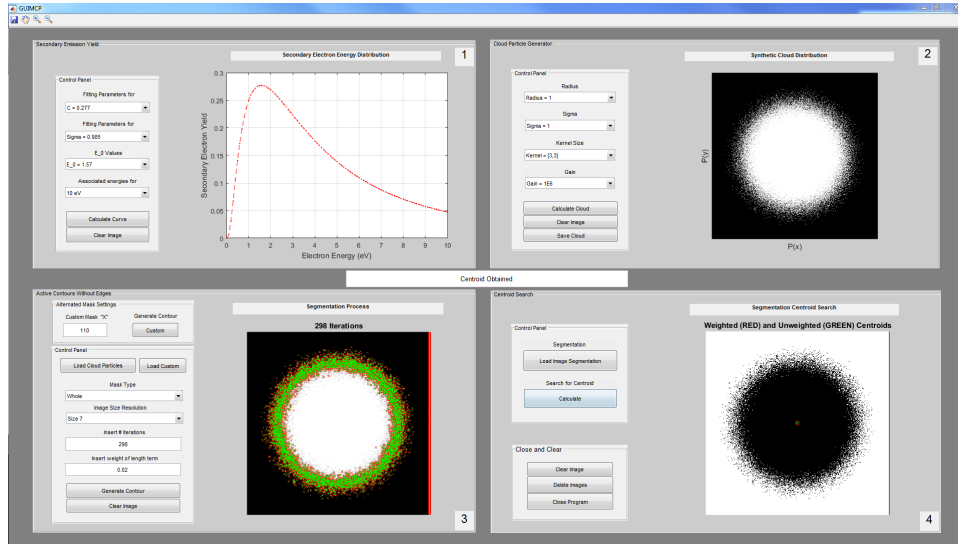


Figura 5: GUIMCP una interfaz gráfica para el estudio de las placas micro-canal.

Pensando en esto, la herramienta propuesta puede ser modificada de forma fácil y entendible ya que el código esta organizado de acuerdo a las ventanas y sus correspondientes funciones, ademas, se adjuntan los archivos matlab individuales en caso de que no se quiera utilizar el GUI. Por ejemplo, para analizar otros objetos estelares no necesariamente nubes de partículas, utilizando el algoritmo de Chan and Vese. Tambien, el algoritmo de centroide puede ser modificado donde la función *regionprops* contiene una gran cantidad de propiedades que pueden resultar de utilidad para el análisis de la segmentación que se este estudiando.

Este trabajo es complementario al artículo publicado en colaboración con el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) bajo la supervisión de Edgar Castillo Dominguez, Miguel Chavez Dagostino y Leonardo Trujillo Reyes el cual tiene por título "*Modeling Micro-Channel Plates as Astronomical Detectors of Ultraviolet Radiation*" formando parte de las nuevas áreas de estudio en Astrofísica esto con el fin de generar un enriquecimiento en la ciencia en México.

Referencias

- [1] Photomultiplier tubes. In *Basics and applications, Third Edition, Hamamatsu*, pages 201–223, 2007.
- [2] J. Adams and B. Manley. The mechanism of channel electron multiplication. *IEEE Transactions on Nuclear Science* 13 (1966): 88-99.
- [3] A. Authinarayanan and R. Dudding. Changes in secondary electron yield from reduced lead glasses. In R. A. B.L. Morgan and D. McMullan, editors, *Photo-Electronic Image Devices Proceedings of the Sixth Symposium*, volume 40, Part A of *Advances in Electronics and Electron Physics*, pages 167 – 181. Academic Press, 1976.
- [4] T. F. Chan and L. A. Vese. Active contours without edges. *IEEE Transactions on Image Processing*, 10(2):266–277, Feb 2001.
- [5] E. H. Eberhardt. Gain model for microchannel plates. *Applied Optics*, 18(9):1418–1423, 1979.
- [6] H. Funsten, D. Suszcynsky, and R. Harper. Mean secondary electron yield of avalanche electrons in the channels of a microchannel plate detector. *Review of scientific instruments*, 67(10):3478–3482, 1996.
- [7] B. Henrist, N. Hilleret, M. Jimenez, C. Scheuerlein, M. Taborelli, and G. Vorlauffer. Secondary electron emission data for the simulation of electron cloud. In *ECLLOUD’02: Mini-workshop on electron-cloud simulations for proton and positron beams, CERN, Geneva, Switzerland, 15-18 Apr 2001: Proceedings*, pages 75–78, 2002.
- [8] Z. Insepov, V. Ivanov, and H. Frisch. Comparison of candidate secondary electron emission materials. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 268(20):3315–3320, 2010.
- [9] T. Isobe and M. Juda. Hrc i microchannel plate simulation, 2007.
- [10] T. Iyasu and R. Shimizu. Construction of a data base for secondary electron emission by a novel approach based on monte carlo simulations (special issue on quantitative surface chemical analysis in honor of kazuhiko yoshihara). *Journal of surface analysis*, 13(2):200–205, sep 2006.
- [11] C. A. Kruschwitz and M. Wu. Monte carlo simulations of microchannel plate-based, time-gated x-ray imagers.

- [12] Y. Lin and D. C. Joy. A new examination of secondary electron yield data. *Surface and Interface Analysis*, 37(11):895–900, 2005.
- [13] G. J. Price and G. W. Fraser. Calculation of the output charge cloud from a microchannel plate. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 474(2):188–196, 2001.
- [14] J. J. Scholtz, D. Dijkkamp, and R. W. A. Schmitz. Secondary electron emission properties. *Philips Journal of Research*, 50(3–4):375–389, 1996.
- [15] J. L. Wiza. Microchannel plate detectors. *Nuclear Instruments and Methods*, 162:587–601, 1979.