

# WaterMaster: Reconocimiento del usuario mediante huellas dactilares.

Emanuel Carbone, Cristián Gómez, Leonardo Lanzieri, Ignacio Landaburu

Universidad Nacional de La Matanza,  
Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas,  
Florencio Varela 1903 - San Justo, Argentina  
emanuelcarbone7@gmail.com; cris32mpg@gmail.com; leolanzieri1@gmail.com;  
igna.landaburu@gmail.com

**Resumen.** El argumento principal de nuestra investigación se basa ofrecer una respuesta personalizada de forma rápida, eficiente y automática a las personas que utilicen nuestra aplicación o que interactúen con cada una de las terminales instaladas en un futuro, proponiendo que se expandan nuestras funcionalidades ofreciendo una lista de aquellas bebidas más frecuentes que un determinado usuario ha seleccionado en el período de un mes, realizando el reconocimiento de la persona mediante el sensor de huellas dactilares a través de un smartphone utilizando el algoritmo de reconocimiento de Zhang-Suen y su posterior refinamiento a través la Transformada Rápida de Fourier para realizar la comparación de patrones de minucias y valles de las huellas.

**Palabras claves:** HPC, GPU, paralelización, bebidas, inteligente

## 1 Introducción

¿A quien no le gustaría poder contar con un vaso de su bebida preferida a su disposición cuando más lo desee? Para ofrecer una práctica solución queremos introducir WaterMaster. Cada persona que quiera interactuar, deberá cargar sus datos biométricos y con el paso del tiempo y la frecuencia de uso, el sistema podrá registrar las preferencias en la aplicación del celular. De esa forma mediante el uso del algoritmo de Zhang-Suen junto con la Transformada Rápida de Fourier (Fast Fourier Transform) se realizará un refinamiento en las fotos de las huellas que se extraen cada vez que oprima el sensor, luego cuando la persona se identifique podrá disfrutar de la bebida que desee o seleccionarla de una lista personalizada sólo para ella.

Debido a que hoy en día los sensores dactilares permiten obtener imágenes de alta resolución y con alta calidad se necesita de un gran poder computacional para procesar tanta información, es por esto que proponemos una solución acompañada en tecnología GPU que me permita procesar gran la carga de información y aumentar el rendimiento del sistema conforme se va realizando el procesamiento etapa por etapa.

La investigación se focalizará en el desarrollo de la paralelización utilizando GPU para resolver el gran volumen de datos que se recibirán y procesarán (información personal de los usuarios, preferencias, características físicas del vaso de cada uno, estadísticas de uso de la aplicación y del producto) para ofrecer una respuesta personalizada y aprendiendo a medida que se utilice el dispositivo.

## 2 Desarrollo

Existen técnicas de reconocimiento de patrones de huellas dactilares que efectúan comparaciones considerando la información completa de toda la estructura de crestas. Así, para efectuar la comparación entre dos huellas dactilares calculan la correlación entre sus respectivas imágenes. Estas técnicas reciben el nombre de técnicas de comparación de patrones mediante correlación.

Comenzando con el algoritmo de adelgazamiento o esqueletización, se realiza una reducción del grosor de las líneas hasta que presenten un grosor igual a un pixel, facilitando de esta manera el proceso de reconocimiento, el procedimiento de Zhang-Suen define a los ocho vecinos de un pixel.

P8	P1	P2
P7		P3
P6	P5	P4

Se aplican de forma iterativa dos conjuntos de condiciones.

Aquellas que cumplen todas las condiciones de la etapa A se cambiarán y se pondrán de color blanco:

**Etapas A** Si se cumple que el número de vecinos distintos de “0” es mayor o igual que dos y menor o igual que seis. (se asegura que los puntos finales se preservan).

Que solamente una vez se pasa de valor “0” a valor “1” si se recorre el borde, (se preservan los puntos que se encuentran entre ellos).

Que alguno de “P1”, “P3” y “P5” es un “0”.

Que alguno de “P3”, “P5” ó “P7” es un “0”.

Una vez cambiados los pixeles que cumplan las condiciones de la “Etapas A”, se cambiarán aquellos que cumplan las cuatro condiciones siguientes de la “Etapas B”.

**Etapas B** Si se cumple que el número de vecinos distinto de “0” es mayor o igual a dos y menor o igual a seis.

Que solamente una vez se pasa del valor “0” a “1”, si se recorre el borde.

Que alguno de “P1”, “P3” y “P7” es un “0”.

Que alguno de “P1”, “P5” ó “P7” es un “0”.

Este algoritmo se realizará de forma iterativa hasta que ningún pixel cambie su color de negro a blanco.

Una vez finalizado el algoritmo, se procede al refinamiento de la imagen obtenida gracias a la Transformada Rápida de Fourier donde la división de la imagen se realiza en secciones iguales de 32 x 30 píxeles, luego aplicar a cada sección la transformada de Fourier bidimensional, procesar la función resultante usando histogramas de frecuencia para la magnitud y la fase de la función, y luego realizar la transformada inversa de Fourier, logrando así una mejora local para cada región. La imagen a pesar de verse seccionada tiene una mejor calidad ya que las discontinuidades que se presentaban en la imagen original a causa de los poros han sido eliminadas, además se logra un mejor contraste en cada sección entre las crestas y los valles.

Aquí entra en juego el aporte y la combinación de la tecnología GPU debido al alto procesamiento de la información, que debe realizarse al momento tanto del algoritmo como de su mejora en la calidad de las imágenes para su posterior comparación. Esto demanda un gran costo computacional debido a la complejidad de ambos procedimientos, de manera que podemos explotar las ventajas que nos ofrece GPU en cuanto a la posibilidad de multiprocesamiento brindada por miles de threads en paralelo, de manera de distribuir mucho mejor y de una forma más eficiente la carga de trabajo.

### 3 Explicación del algoritmo.

Aprovechando la división de la imagen en partes iguales de 32x30, podemos combinar las características que nos aporta la tecnología GPU para realizar el procesamiento de la información de forma paralela y, en consecuencia, más rápidamente.

La idea planteada es tomar cada píxel de estas secciones y asignarlo a un hilo, la cantidad que sea necesaria, para que el algoritmo pueda ser procesado en los cuda cores de la GPU de forma paralela para cada píxel.

Pongamos un ejemplo: si la imagen se divide en 4 secciones de 32x30 pixeles, podemos diagramarlo y pensarlo en una grilla de una dimensión con 4 bloques.



Y cada bloque, dentro, se puede imaginar de dos dimensiones, de 32x30. Esto da 960 hilos.



Multiplicado por 4, en nuestro ejemplo, serán necesarios 3840 threads para ejecutar el algoritmo. Estos, se irán asignando a los cuda cores para paralelizar el procesamiento del algoritmo. A continuación, el pseudocódigo de cómo se haría la transición de la CPU a la GPU :

```

obtenerHuella();
dividirImagen();
enviarAlgoritmoAGPU();
enviarPixelesAGPU();
ejecutarZhang-Suen();    // Se ejecuta el algoritmo para cada píxel en cada cuda core
                           de la GPU;
refinarImagen();         // Se ejecuta el algoritmo de Transformación de Fourier
                           dividiendo el procesamiento en los diversos cores
compararContraBBDD();
presentarResultados();

```

## 4 Pruebas que pueden realizarse

Usuarios de un grupo familiar que deseen utilizar WaterMaster cargarán sus datos y huellas dactilares para su identificación, además de subir la foto de su vaso preferido para completar su perfil. Durante un mes utilizarán el producto, para que se registren las estadísticas y se pueda obtener una base de datos consistente y robusta para analizar al momento de realizar los procedimientos para reconocer las preferencias de los integrantes.

Como una idea a futuro también pretendemos lanzar un servicio “Business” compuesto por una terminal fija en una organización, donde los diversos empleados de la empresa podrán ser identificados y almacenados, recolectando información de las bebidas más ordenadas en cuanto a los distintos sectores que conforman la

empresa, surgiendo así, por ejemplo, la posibilidad de penalizar a aquellos que gusten de bebidas alcohólicas en horas de trabajo o informar a cada uno cuántos vasos de agua lleva tomados por día y cuántos le faltan tomar para cumplir con una buena hidratación diaria.

## 5 Conclusiones

Por medio de esta investigación podemos entender la necesidad de la aplicación de computación de alta prestaciones cuando se necesitan ejecutar algoritmos sobre gran volumen de información y realizar cálculos y predicciones, recolectando estadísticas. En este caso, vemos necesario la aplicación de GPU para poder resolver los algoritmos complejos de reconocimiento en la captación y posterior procesamiento y refinamiento de huellas, de manera de poder proveer la respuesta al usuario en tiempo y forma.

Sugerimos para una próxima investigación, incluir la búsqueda de algún algoritmo o técnica para resolver la problemática al instalar los dispensadores a lo largo de todo un edificio, o todo un barrio, y poder procesar toda una cantidad de información más grande y poder comenzar con la búsqueda de la aceptación y expansión para brindar una respuesta eficaz al usuario cuando interactúa con WaterMaster.

En un futuro, esta investigación proveerá de fundamentos para seguir desarrollando funcionalidades del producto y mejorar los tiempos de respuesta de los procesos para satisfacer aún más a los usuarios que utilizan WaterMaster.

## 6 Referencias

1. Naiouf, M., Chichizola, F., De Giusti, L.C., Rucci, E., Pousa, A., Rodriguez, I.P., Rodriguez Eguren, S., Montes de Oca, E., Paniego, J.M., Pi Puig, M., Libutti, L., Balladini, J., De Giusti, A.E.: Tendencias en arquitecturas y algoritmos para sistemas paralelos y distribuidos (2018)
2. Gil, P., Mateo Agulló, C., Pomares, J., Garcia, G.J., Torres, F.: Reconocimiento de Objetos 3D con Descriptores de Superficie (2016)
3. Fernández, D.M., Mejía, K.P., Torres, C.O., Mattos, L.: Preprocesamiento de imágenes digitales a través de su Transformada de Fourier (2001)
4. Naiouf, M., De Giusti, A., De Giusti, L., Chichizola, F., Sanz, V., Pousa, A., Rucci, E., Gallo, S., Montes de Oca, E., Frati, E., Sánchez, M., Basgall, M.J., Gaudiani, A.: Cómputo paralelo y distribuido para HPC. Fundamentos, construcción y evaluación de aplicaciones. (2018)
5. López García, J.: Algoritmo para la identificación de personas basado en huellas dactilares (2009)
6. Chambi Mamani, E.W.: Reconocimiento y detección biométrico basado en imágenes de huellas digitales. (2016)
7. Garcia Ortega, V.H.: Sistema de reconocimiento de huellas dactilares para el control de acceso a recintos (2006)