

DETERMINACIÓN DEL ÁNGULO DE CONTACTO MEDIANTE UN TELÉFONO INTELIGENTE

Menéndez, Diego H.

INTI-Procesos Superficiales

maqui@inti.gob.ar

INTRODUCCIÓN

La determinación del mojado de un líquido es relevante en industrias relacionadas con la gráfica, impresión y protección de metales. En particular en envases metálicos resulta de gran importancia determinar si un barniz aplicado sobre la superficie de una hojalata protegerá de manera eficaz la superficie de la misma a fin de garantizar la vida útil del envase. En las otras áreas industriales las tintas de impresión deben alcanzar un grado de mojado adecuado que garanticen un correcto proceso de litografiado sobre los materiales plásticos. En envases plásticos formados por diferentes capas, es importante también conocer la mojabilidad de los compuestos sellantes para asegurar una unión adecuada entre las capas que componen el "film".

La tensión superficial es el parámetro fundamental en la determinación de la energía superficial de un material y el que condiciona sus propiedades de mojado. De los diversos métodos de medición de tensión superficial, el ángulo de contacto de una gota de un líquido sobre una superficie sólida es el más indicado para parametrizar la interacción líquido-sólido. Sin embargo, el alto costo del equipamiento necesario hace inaccesible su uso en la industria del envase. El desarrollo de un método de bajo costo y precisión compatible con las necesidades industriales es el propósito del presente proyecto.

OBJETIVO

Para la medición del ángulo de contacto de una gota se desarrolló una aplicación (App) que permite, a través de la cámara de fotos de un teléfono celular, adquirir una imagen en alta definición o HD. La misma es procesada en el mismo aparato con el propósito de marcar el contorno de la gota y aproximarla con la fórmula de un círculo. De esta manera se puede calcular la pendiente en los puntos donde la gota toca la superficie o línea base, quedando así fijado el ángulo de contacto.

Se pretende confirmar el alcance de este método verificando la eficacia de la aplicación desarrollada con diferentes materiales y productos utilizados en la industria del envase. Para ello, se fijarán los valores de ángulo de contacto límites de referencia para una evaluación de la superficie sólida o del líquido a aplicar.

Por ser el método propuesto de muy bajo costo, su uso se orienta a un control de

proceso en pequeñas industrias, sin pretender reemplazar equipos sofisticados existentes que, por su alto costo, muchas veces están restringidos a industrias de una escala económica importante.

Verificada la reproducibilidad de la medición, se avanzará en el diseño de un prototipo de aplicación industrial, tanto para el control de variables de proceso como de la calidad de los insumos industriales involucrados.

DESCRIPCIÓN

Para el desarrollo de esta aplicación, se analizó la imagen digital de una gota utilizando un operador matemático denominado divergencia de Jensen-Shannon. En la teoría de la probabilidad y estadística este operador es muy útil cuando se trata de medir la similitud entre dos distribuciones de probabilidad.

Este operador permite la comparación de la distribución de probabilidad de los niveles de grises en dos regiones subyacentes (borde de la gota) dentro de una imagen.

Si consideramos como en la figura 1, una ventana o sección de la imagen (compuestas de dos sub ventanas w_1 y w_2) que se deslizan atravesando el límite entre dos texturas de la imagen (región a y región b), el parámetro divergencia de Jensen Shannon (DJS) será máximo cuando una de las sub ventanas (w_1 o w_2) se encuentra totalmente dentro de una región. El mismo parámetro será bajo o indetectable cuando ambas subventanas se encuentran dentro de la misma región o textura de la imagen (región a o región b).

Entonces, los pixeles con valores altos de este parámetro tienen mayor probabilidad de ser "un borde" o encontrarse en un límite de texturas.

De acuerdo a lo explicado se le puede asignar a cada pixel de la imagen un valor de JS.

La figura 1 ejemplifica el caso de un deslizamiento vertical, pero en una imagen digital el desplazamiento puede ser además horizontal y en dos diagonales.

Puede calcularse el valor de JS y la orientación hacia donde ese valor JS alcanza su máximo valor.

Esta teoría fue la que se aplicó para el desarrollo de la aplicación.

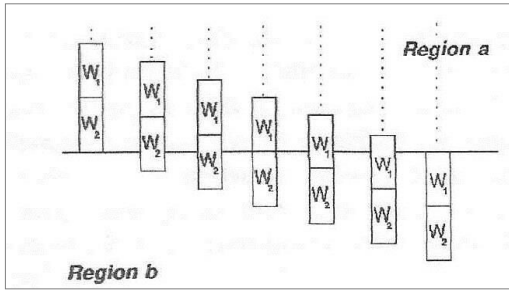


Figura 1

Entonces, mediante técnicas de programación, se realizó un barrido por cada pixel que compone la imagen. Comparando el nivel de gris del pixel en cuestión con los niveles de los cuatro subyacentes, se construyeron dos matrices de datos que contienen el valor de JS máximo y la orientación hacia dónde se maximiza, permitiendo de esta manera detectar el borde de la gota.

Para facilitar la detección del borde, se requirió obtener imágenes digitales lo más contrastadas posibles.

La figura N° 2, muestra en forma esquemática la obtención digital de la imagen de una gota, utilizando un difusor entre la fuente de luz y el dispositivo móvil para obtener un fondo blanco lo más homogéneo posible.

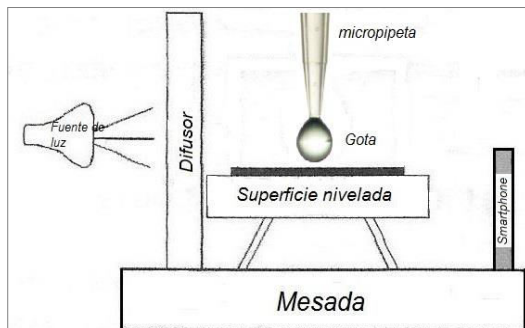


Figura N° 2

La gota formada se desprende cuando toca la superficie del sustrato y se obtiene la fotografía. La figura N° 3, es esquemática de la gota mojando la superficie.

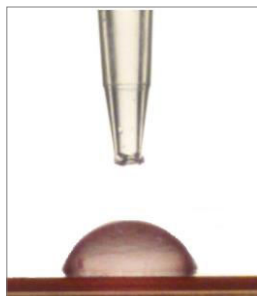


Figura N° 3

La aplicación se realizó en lenguaje de programación JAVA para dispositivos móviles (teléfonos o tabletas) con sistema operativo Android.

RESULTADOS

La Figura N° 4 muestra la aplicación o App desarrollada en este trabajo. Se utilizó en este caso un teléfono Samsung Galaxy S3, obteniendo imágenes con una resolución de 8 Mpx. La aplicación permite seleccionar el nivel de detección del borde a través de un umbral o "threshold" definido por el usuario, como así también el nivel del filtro para eliminar el ruido de la imagen digital.



Figura N° 4

Para probar la aplicación se midió la mojabilidad del agua sobre films plásticos y se pudo verificar la diferencia de mojado entre films con tratamiento corona y sin tratamiento. De la misma manera también pudo emplearse para obtener la mojabilidad del etilenglicol sobre muestras de hojalata.

CONCLUSIONES

La aplicación desarrollada permitió obtener valores reproducibles del ángulo de contacto de la gota de un líquido, en condiciones de temperatura y rugosidad superficial constantes.

BIBLIOGRAFIA

- "Measurement of surface tension and contact angle using entropic edge detection"; Institute of Physics Publishing.
- "Detección de bordes y segmentación de imágenes texturadas y/o ruidosas", Grupo de procesamiento de imágenes de la Universidad de Granada.