

PROGRAMA DE CÓMPUTO PARA ESCANEAR DOCUMENTOS A PARTIR DE IMÁGENES DE MODO AUTOMÁTICO, SIN REQUERIR MARCAR LAS ESQUINAS

Dr. Jorge Eduardo Pérez-Jácome Friscione

Facultad de Instrumentación Electrónica,

Universidad Veracruzana.

Resumen:

El programa permite escanear documentos a partir de una imagen (fotografía de una hoja tamaño carta), sin importar el ángulo al que se le tome la foto, ni el tamaño de la misma, siempre que esté dentro del campo visual de la imagen. El programa es un ejecutable para Windows (en un futuro se desarrollará una para Android).

La idea de desarrollar este programa surgió durante la impartición de la EE de Temas Selectos III: Visión Artificial.

Para poder identificar a una hoja tamaño carta dentro de una imagen, se llevan a cabo una serie de operaciones: En primer lugar, se reduce de tamaño la imagen original para poder operar sobre esta (empezando por la extracción de bordes) de una manera más eficiente.

Posteriormente, se extraen los bordes en la imagen, utilizando el conocido (en el ámbito de Procesamiento de Imágenes) algoritmo *Sobel*. Posteriormente se lleva a cabo una operación en la que se mantienen los bordes siempre y cuando se identifique que la parte más interna de la imagen corresponde a una hoja blanca (o al menos más clara en promedio que sus alrededores), y se eliminan los bordes “espurios” que no corresponden a esa suposición.

Una vez que se tiene una imagen binaria con los bordes más calificados, se lleva a cabo una transformación llamada de *Hough* (en honor a su introductor), en la cual se pueden hallar de un modo simple los segmentos de línea recta que hay en la imagen. Las 4 líneas rectas de mayor tamaño que se encuentren en la imagen corresponderán a los 4 lados de la hoja carta que hay en la misma.

Una vez identificados los 4 lados de la hoja carta, utilizamos geometría para hallar la intersección de las rectas, y por lo tanto, las 4 esquinas del documento. Nuestro programa lleva a cabo además una transformación extra, pues parte de las representaciones de las rectas en el espacio Hough (es decir, cada recta representada con la distancia al centro y su orientación) y obtiene las coordenadas de las esquinas, dadas en unidades de píxeles.

El programa construye, para ilustración al usuario, imágenes de detección de bordes, del espacio Hough (con partes brillantes representando rectas) y de las imágenes con los lados de la hoja carta detectada, superpuesta a la imagen original.

Una vez obtenidas las coordenadas de las esquinas, se utiliza una transformación de perspectiva para poder llevar las 4 esquinas de la hoja carta a las 4 esquinas de una nueva imagen, la que será el documento "escaneado". Esta imagen es grabada con el nombre de "imagenHojaCarta.bmp". (Todas las imágenes usadas usan formato BMP, sin compresión).

Durante la ejecución del programa, el usuario recibe información de lo que se va haciendo, y las imágenes producidas durante el proceso se van grabando, hasta producirse la del documento escaneado.

Lo más importante es que **todo se lleva a cabo sin la necesidad de que el usuario indique dónde están las esquinas del documento a escanear.**

Instrucciones de uso y Ejemplo:

La aplicación está disponible en <https://www.uv.mx/instru/prototipos-de-software/>. El usuario deberá situar el ejecutable en el directorio de su preferencia. En ese directorio, deberá también estar la imagen a escanear, con el nombre "imagenDocumento.bmp". Ésta deberá estar en formato .BMP, con formato de 24 bits por píxel. Eso es todo. Se corre el programa escanea.exe y todas las imágenes que muestran al usuario el proceso se graban en el propio directorio. La imagen con el documento automáticamente escaneado se graba en "imagenHojaCarta.bmp".

A continuación presentamos un ejemplo de ejecución del programa, y sus correspondientes imágenes:

```
PROGRAMA PARA ESCANEAR UN DOCUMENTO A PARTIR DE UNA FOTO CON LA  
HOJA CARTA
```

```
LA DETECCION DE LA HOJA ES INTELGENTE,  
NO ES NECESARIO MARCAR LAS ESQUINAS DE LA MISMA
```

```
JORGE E. PEREZ-JACOME FRISCIONE
```

```
La imagen ha sido cargada
```

```
Ancho:1200 Alto:1600 pixeles:5760000
```

```
Factor de reduccion de imagen para operarla: 2.777778
```

```
Se extraen los bordes de la imagen con un detector tipo Sobel
```

```
Se ha grabado la imagen de bordes en "imagenBordes.bmp"
```

```
Se crea el Acumulador de Rectas en espacio Hough
```

Rectas (distancia,orientación) encontradas, usando la Transformada de Hough:

```
{165,3.5},  
{187,-177.5},  
{215,-83.5},  
{250,85.5},
```

Se ha guardado la imagen en el espacio Hough, "imagen_Hough.bmp"
Saquemos las intersecciones de las rectas para obtener las esquinas:

```
(-176.851,-236.541)  
(177.308,-196.189)  
(150.696,238.913)  
(-198.81,266.42)
```

Se necesita llevar a cabo una transformaciOn perspectiva inversa para llevar las 4 esquinas de la hoja carta a las esquinas de la imagen.

Se hace resolviendo el siguiente sistema de ecuaciones lineales:

```
1 1 1 1 0 0 0 0 = 108.748  
0 0 0 0 1 1 1 1 = 142.943  
1 850 1 850 0 0 0 0 = 1092.52  
0 0 0 0 1 850 1 850 = 255.03  
1 850 1100 935000 0 0 0 0 = 1018.6  
0 0 0 0 1 850 1100 935000 = 1463.65  
1 0 1100 0 0 0 0 0 = 47.7492  
0 0 0 0 1 0 1100 0 = 1540.05
```

SoluciOn al sistema de ecuaciones:

```
107.644 1.15876 -0.0544499 -1.50744e-005 141.539 0.132224  
1.27138 -0.000201923
```

Se ha rectificado la hoja carta con la transformaciOn.

Se ha grabado la imagen "imagenHojaCarta.bmp"

Apriete una tecla para concluir



Universidad Veracruzana

Dirección General del Área Académica Técnica
Facultad de Instrumentación Electrónica

Xalapa, Ver. 17 de Septiembre 2019

Ing. Luis Alfredo Colorado Marín
Alumno
Maestría en Electrónica y Computación
PRESENTE

Ciudad General
Agüero Betrán de
Zona Universitaria
CP. 91000
Xalapa-Enríquez,
Veracruz, México
Teléfono:
01 (228) 842 57 00
Extensión:
14814
Correo electrónico:
jperzjacome@uv.mx

Atendiendo a su solicitud de fecha de examen profesional, me complace informarle que se ha cumplido con los requisitos académicos y administrativos de este programa. Su trabajo de tesis, **Problemática en la implementación de la comunicación entre la automatización de un dispositivo piezoeléctrico y una cámara CMOS para el análisis de interferogramas**, dirigido por el Dr. Héctor Hugo Cerecedo Nuñez y la Dra. Patricia Sosa, deberá ser expuesto oralmente el día 04 de Octubre del presente año.

Asimismo, se le informa que por la pertinencia del trabajo, se ha determinado designar como sinodales a:

1. Dr. Pablo Samuel Luna Lozano, paluna@uv.mx
2. Dr. Jorge Eduardo Pérez-Jacome Friscione, jperezjacome@uv.mx
3. Dr. Miguel Ángel Basurto Pensado, mbasurto@uqem.mx

Atentamente
"Lis de Veracruz: Arte, Ciencia, Luz"

Dr. Jorge Eduardo Pérez-Jacome Friscione
Coordinador de la Maestría en Ingeniería
Electrónica y Computación

Vc. Bc. Dr. Pablo Samuel Luna Lozano
Director de la Facultad de Instrumentación
Universidad Veracruzana



Universidad Veracruzana
 Facultad de Ciencias Exactas y Computación
 Av. de la Universidad s/n, Veracruz, Veracruz

Veracruz, Ver., 17 de Septiembre 2010

Ing. Luis Alfredo Colorado Mejía
 Alumno
 Materia de Electrónica y Computación
PRESENTE

Dir. de Escuela
 Ingeniero de Grado
 Facultad de Ciencias Exactas y Computación
 C.P. 91000
 Avda. de la Universidad
 s/n, Veracruz, Veracruz
 Telfax:
 (01) 229 4911-740
 E-mail:
 luis@fcec.uv.mx
 Dirección de correo electrónico:
 gregorio@fcec.uv.mx

Acuerdo a su solicitud de tema de tesis en pro de un proyecto de tesis con base en el modo y que se ha cumplido con los requisitos académicos y administrativos de este programa. Se resuelve de forma favorable en la implementación de la comunicación en el PDI la automatización de un dispositivo de electrónica y una cámara CMOS para el análisis de interferogramas, el todo por el Dr. Héctor Hugo Carcedo Muñoz y el Dr. Pablo Samuel López Luján, con el fin de contribuir a la ciencia y al desarrollo del país.

Asimismo, se le informa que para la obtención del título, se ha determinado que su curso es el siguiente:

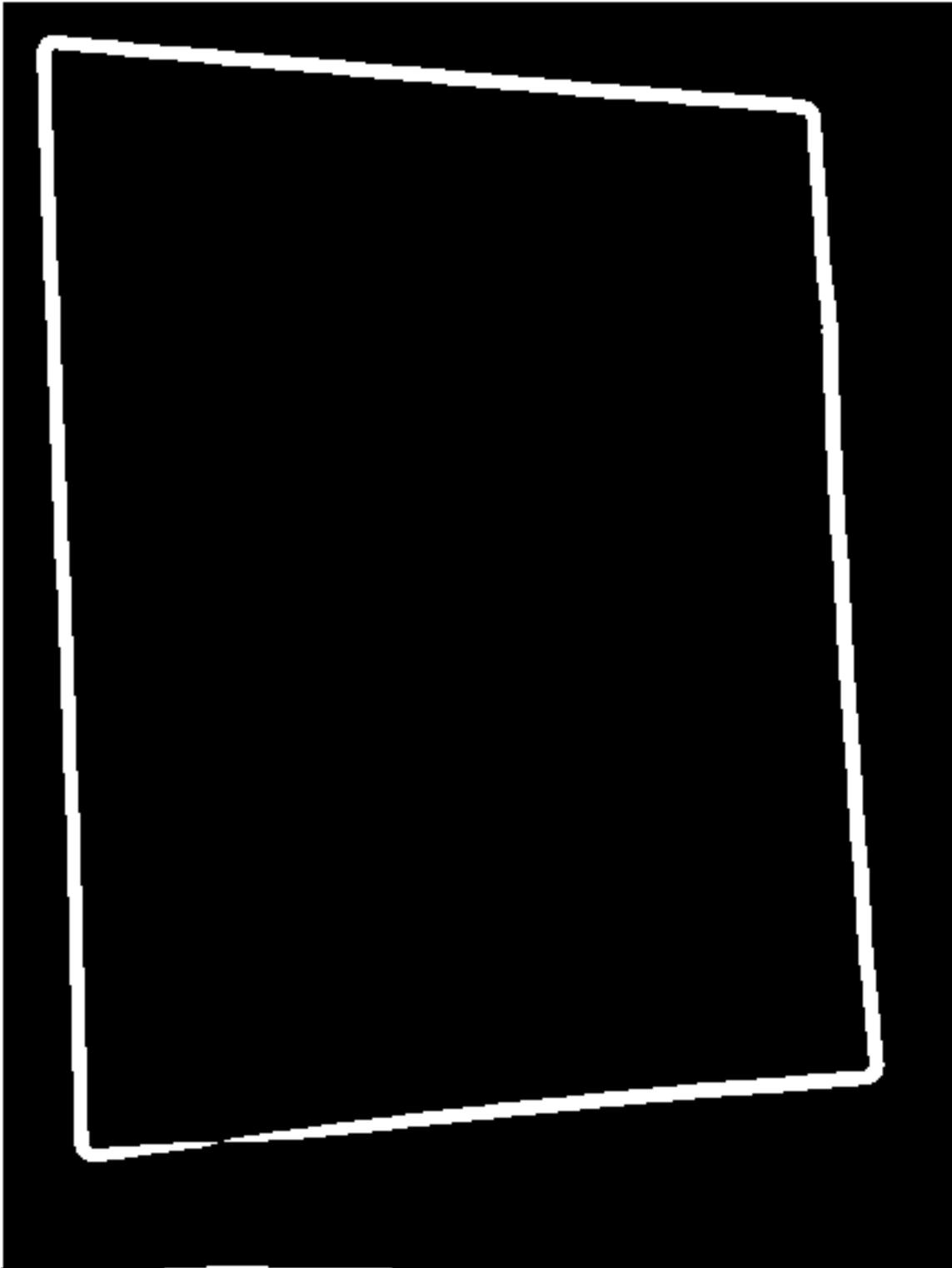
1. Dr. Pablo Samuel López Luján: psluj@fcec.uv.mx
2. Dr. Jorge Eduardo Vélez-Juárez: jvelez@fcec.uv.mx
3. Dr. Miguel Ángel Escalante Perdomo: mescal@fcec.uv.mx

Atentamente
 Luis Alfredo Colorado Mejía

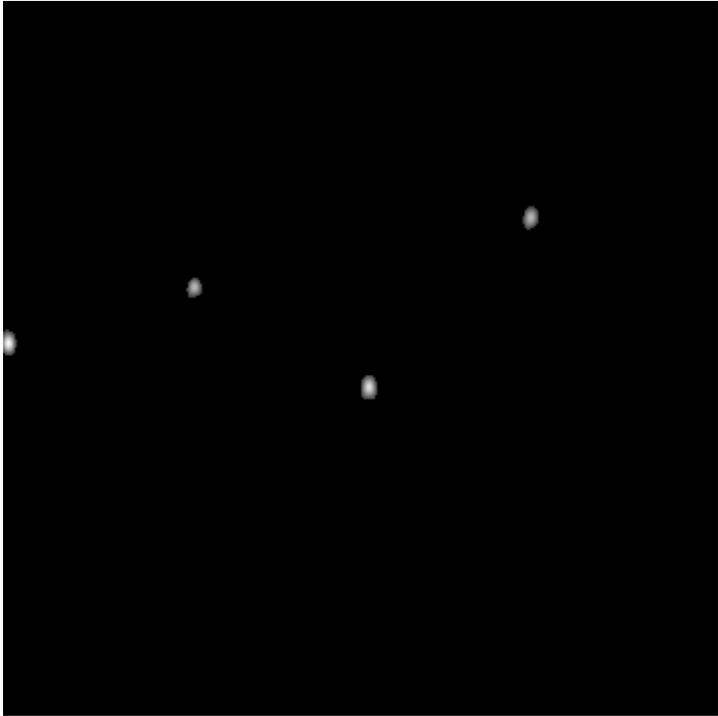
Dr. Jorge Eduardo Vélez-Juárez: Director
 Contraseñal de la Materia de Ingeniería en
 Electrónica y Computación

Vr. Dr. Dr. Pablo Samuel López Luján
 Director de la Facultad de Ciencias Exactas y Computación
 Universidad Veracruzana

imagenReducida.bmp



imagenBordes.bmp



imagenHough.bmp



Universidad Veracruzana
 Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
 Instituto de Física y Matemáticas

Xalapa, Ver., 17 de Septiembre 2010

Ing. Luis Alfredo Colorado Mejía
 Asesor
 Maestría en Electrónica y Computación
PRESENTE

Dr. de la Facultad
 de Ciencias Exactas y Naturales
 C.P. 91000
 Avda. Veracruz
 No. 170
 Xalapa, Ver.
 C.P. 91000

Acordando a su solicitud de fecha de hoy en pro de unirse a la comisión que se ha formado con los reguladores académicos y administrativos de este programa. Se le ha asignado el tema "Problemas en la implementación de la comunicación entre la automatización de un dispositivo electrónico y una cámara CMOS para el análisis de interferogramas", el cual podrá ser tratado por el Dr. Hector Hugo Carcedo Muñoz y el Dr. Rafael Sánchez Rodríguez, con el fin de impartir a dicho tema del curso a los

Aspirantes de este programa para la obtención del título de Maestría en el área de Maestría en Electrónica y Computación.

1. Dr. Pablo Samuel Luna Lozano (psluna@uv.mx)
2. Dr. Jorge Eduardo Vélez-Juárez (jev@uv.mx)
3. Dr. Miguel Ángel Escobar Perdomo (maescobar@uv.mx)

Atentamente
 Luis Alfredo Colorado Mejía

Dr. Jorge Eduardo Vélez-Juárez Director
 Coordinador de la Maestría en Ingeniería
 Electrónica y Computación

Vr. Dr. Dr. Pablo Samuel Luna Lozano
 Director de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
 Universidad Veracruzana

imagenConBordesHojaCarta.bmp



Universidad Veracruzana

Dirección General del Área Académica Técnica
Facultad de Instrumentación Electrónica

Xalapa, Ver. 17 de Septiembre 2019

Ing. Luis Alfredo Colorado Marín
Alumno
Maestría en Electrónica y Computación
PRESENTE

Circuito Gonzalo
Aguirre Beltrán s/n
Zona Universitaria
C.P. 91090
Xalapa-Enriquez,
Veracruz, México

Teléfono
01 (228) 842 17 00

Extensión
14814

Correo electrónico
jperezjacome@uv.mx

Atendiendo a su solicitud de fecha de examen profesional, me complace informarle que se ha cumplido con los requisitos académicos y administrativos de este programa. Su trabajo de tesis, **Problemática en la implementación de la comunicación entre la automatización de un dispositivo piezoeléctrico y una cámara CMOS para el análisis de interferogramas**, dirigido por el Dr. Héctor Hugo Cerecedo Núñez y la Dra. Patricia Sosa, deberá ser expuesto oralmente el día 04 de Octubre del presente año.

Asimismo, se le informa que por la pertinencia del trabajo, se ha determinado designar como sinodales a:

1. Dr. Pablo Samuel Luna Lozano, paluna@uv.mx
2. Dr. Jorge Eduardo Pérez-Jácome Friscione, jperezjacome@uv.mx
3. Dr. Miguel Ángel Basurto Pensado, mbasurto@uaem.mx

Atentamente
"Lis de Veracruz: Arte, Ciencia, Luz"

Dr. Jorge Eduardo Pérez-Jácome Friscione
Coordinador de la Maestría en Ingeniería
Electrónica y Computación

Vo. Bo. Dr. Pablo Samuel Luna Lozano
Director de la Facultad de Instrumentación
Universidad Veracruzana