

PROGRAMA DE CAPTURA DE IMAGENES, PROCESAMIENTO Y CALCULO PARA MEDICION DE VELOCIDADES EN LIQUIDOS

Daniel Hoyos e Irene De Paul
INENCO#
Buenos Aires 177 - 4400 Salta

RESUMEN

La técnica de medición de velocidades en fluidos por fotografía de trazas consiste en iluminar con un laser el líquido sembrado con esferas microscópicas de vidrio que reflejan la luz que es captada por una cámara fotográfica con un tiempo de exposición Δt . La fotografía muestra entonces una traza luminosa de longitud Δl y la velocidad media en ese punto es $V = \Delta l / \Delta t$. Si bien la técnica en sí es sencilla, su aplicación es laboriosa cuando la cantidad de trazas a analizar es grande. Una alternativa a esta situación es automatizar el proceso empleando una cámara de video para filmar la escena y con una computadora capturar imágenes a intervalos de tiempo regulares Δt . Cada imagen se presenta como un conjunto de puntos brillantes cuya posición varía de un registro a otro debido al movimiento del líquido. El desplazamiento Δl se obtiene como la diferencia de posición de los puntos en dos registros consecutivos y la velocidad es $V = \Delta l / \Delta t$. En este trabajo se presenta un software que permite el manejo de una plaqueta de captura y digitalización de imágenes y el procesamiento de las mismas. El software fue realizado en Borland C++ y la librería Victor suministrada por el fabricante. Esta librería ha sido parcialmente reemplazada por rutinas propias.

INTRODUCCION

La automatización del cálculo de velocidades en la técnica de velocimetría por fotografía de trazas condujo al desarrollo de un software que permite realizar la toma de imágenes por computadora empleando una cámara de video, el manejo de una plaqueta digitalizadora de imágenes y el procesamiento de las mismas hasta la generación de un archivo de datos numéricos que contiene el campo de velocidades en un plano. Dicho software tiene en cuenta la rapidez de toma de datos, la economía de memoria y la eliminación de aquella información que no interesa al cálculo de la velocidad.

Para el desarrollo de este software se eligió el lenguaje Borland C++ teniendo en cuenta que las librerías gráficas, de almacenamiento en memoria de la computadora y de manejo de la plaqueta digitalizadora de imágenes están desarrolladas en este lenguaje.

El software diseñado consta de tres partes:

1. Adquisición y guardado de las imágenes y determinación de la referencia a partir de la cual se medirán las distancias. El requisito esencial en este caso es aumentar la velocidad de toma de datos y poder guardar una cantidad suficientemente grande de cuadros. Los datos son guardados en formato PCX.

Institutio UNSa - CONICET

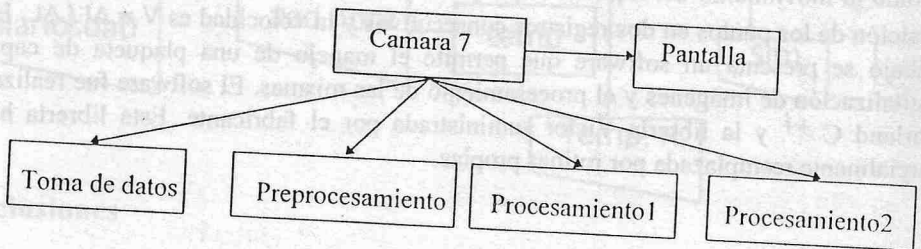
2. Acondicionamiento de cada cuadro. Este es un trabajo en parte manual que consiste en borrar las partes del cuadro que no son necesarias y fijar las condiciones de filtrado de las imágenes.
3. Procesamiento de datos. En este caso se trabaja con varios cuadros y se determina la posición de cada partícula y su desplazamiento con respecto al cuadro siguiente, obteniéndose la velocidad de la partícula y su trayectoria.

ESTRUCTURA DEL PROGRAMA

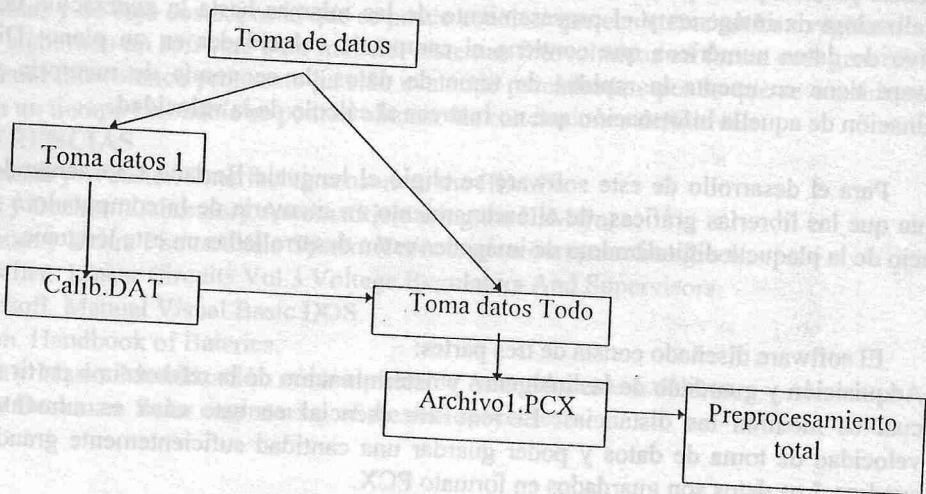
El software se denomina CAMARA7 y consta de un programa principal que controla un conjunto de subrutinas que realizan las funciones de toma de datos, preprocesamiento y procesamiento de las imágenes. Todas estas rutinas están asistidas para su funcionamiento por un conjunto de librerías provistas por la tarjeta VICTOR y por rutinas propias.

La estructura del programa es la siguiente:

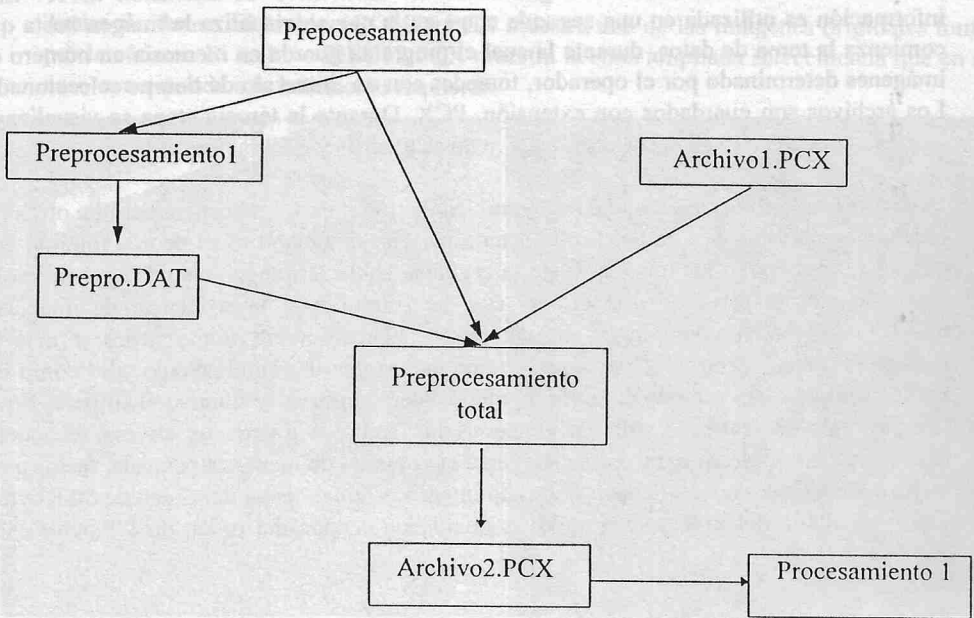
Programa principal:



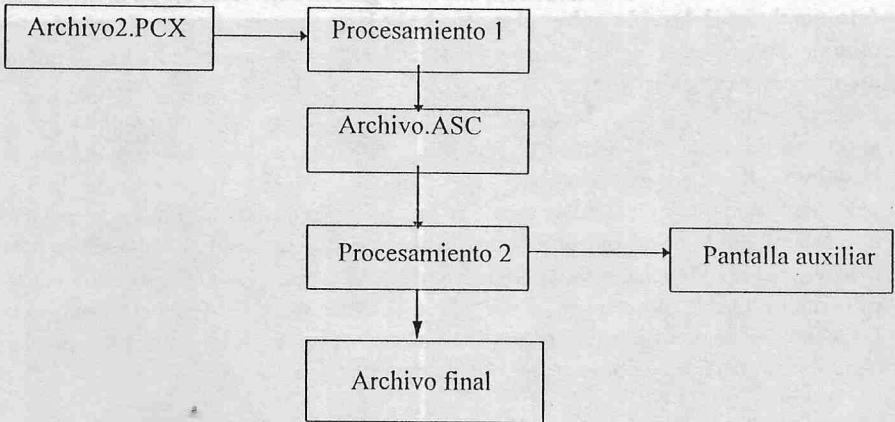
Toma de datos:



Preprocesamiento:



Procesamiento 1 y 2:



DESCRIPCION POR BLOQUES

Toma de datos: La rutina de adquisición de imágenes consta de dos partes. En la primera, se realiza la captura de la imagen desde la cámara de vídeo, se selecciona el origen de coordenadas referido al sistema físico que se analiza, se guardan las longitudes de referencia que se emplearán en el escalamiento de la imagen que se obtiene en pantalla respecto del sistema real y se selecciona sobre la imagen el área que interesa analizar en particular. Todos estos datos son guardados en un archivo de extensión .DAT. Esta información es utilizada en una segunda etapa en la que se visualiza la imagen hasta que comienza la toma de datos, durante la cual el programa guarda en memoria un número de imágenes determinado por el operador, tomadas con un intervalo de tiempo seleccionado. Los archivos son guardados con extensión .PCX. Durante la tercera etapa se visualiza la imagen ampliada de la zona seleccionada para su análisis y calibración.

Preprocesamiento: este bloque consta también de tres etapas. La primera permite observar todos los archivos .PCX con el fin de determinar visualmente el nivel de gris mínimo con el cual se procesarán las imágenes. En la segunda, sobre la imagen elegida, se selecciona con el cursor el nivel de gris con el cual se filtrará toda la secuencia de imágenes transformándola en una imagen digital: puntos blancos sobre fondo negro. Previo al filtrado se puede borrar aquéllas zonas que no interesa guardar en el cálculo tales como los bordes brillantes del modelo en acrílico, que pueden conservarse durante el filtrado. En la tercera etapa se realiza el filtrado de todos los archivos guardados en esa secuencia. Durante este proceso se reduce drásticamente el volumen de memoria ocupada, factor muy importante a tener en cuenta dado que cada imagen original ocupa del orden de 50 Kbytes. Como resultado del proceso los archivos guardados ocupan del orden de 1 Kbytes cada uno.

Procesamiento: Consta de dos partes .

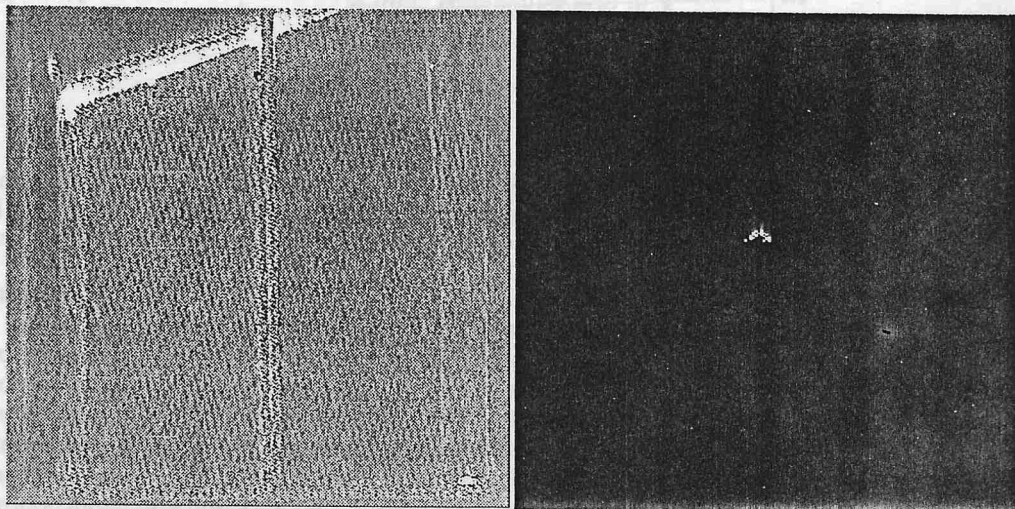
Procesamiento 1: En esta etapa, sobre cada imagen digitalizada, se realiza un barrido con el cual se detecta el nivel 255 (blanco) correspondiente a la imagen de una partícula. Como la mancha brillante puede ser más o menos extensa, busca localmente hasta tener ubicados los extremos de la mancha, calcula el baricentro y guarda este valor en un archivo ascii. Hecho ésto continúa el barrido sobre el resto de la imagen para detectar la siguiente mancha, eliminando previamente las zonas ya analizadas. Los valores calculados se guardan en un archivo con extensión .ASC.

Procesamiento 2: Esta es la etapa final en la cual se muestra en pantalla las posiciones sucesivas de cada partícula, la trayectoria, empleando un círculo para indicar la primera posición y un cuadrado para la posición siguiente; ésto permite detectar el signo de la velocidad durante el cálculo. Con un cursor se selecciona el par de posiciones que interesan, calcula el desplazamiento y la velocidad asignando el valor de V a la primera posición. El resultado se guarda en un archivo .ASC que contiene las coordenadas x e y de cada punto y las componentes V_x y V_y de la velocidad. Durante esta etapa se realizan todos los cambios de coordenadas que relacionan las posiciones medidas en pixels sobre la pantalla con las dimensiones reales del sistema físico.

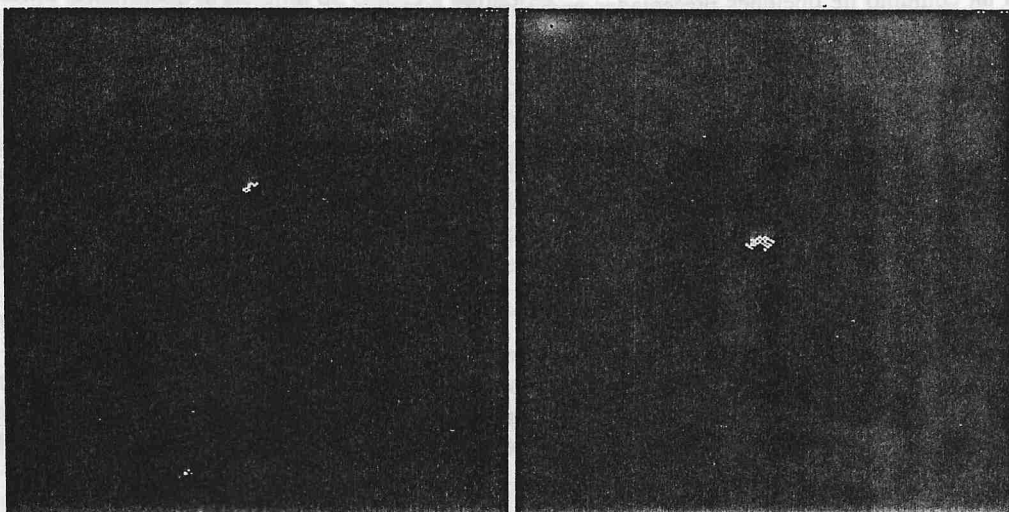
APLICACION

Este software fue ensayado empleando un modelo pequeño de vivienda con dos locales que emplea agua como elemento convectivo y microesferas de vidrio iluminadas con un laser como trazadores. Para la toma de imágenes se usó una cámara Panasonic SVHS y la tarjeta de adquisición y procesamiento de imágenes Victor. Se tomó una secuencia de 20 imágenes a intervalos de 1 segundo cuando el agua en el interior del modelo convectaba al ser calentada desde la pared izquierda. A continuación se muestran los resultados de cada bloque de cálculo.

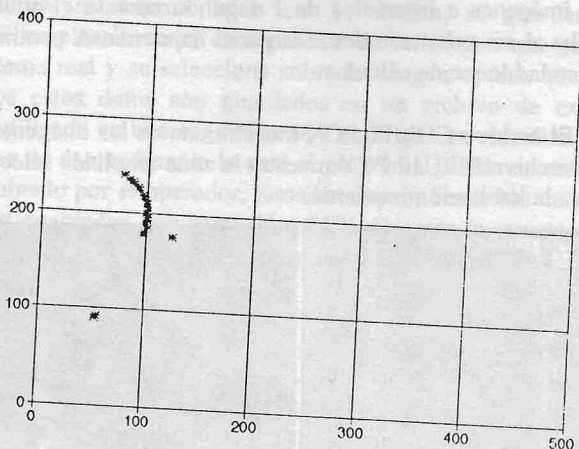
Toma de datos: El archivo COMP0.PCX muestra una de las imágenes originales tomada por la cámara. El archivo PIEU12.PCX muestra la zona ampliada seleccionada que en este caso corresponde a la habitación izquierda.



Preprocesamiento: Los archivos PIEU2.PCX y PIEU3.PCX muestran las imágenes discretizadas de dos posiciones sucesivas de una partícula.



Procesamiento: A continuación se muestra la trayectoria de la partícula y el archivo MEDII.ASC que contiene los valores de velocidad calculados y las coordenadas del punto al cual corresponden.



CONCLUSIONES

El software desarrollado permite calcular el campo de velocidades en un fluido en movimiento, mejorando la técnica de fotografía de trazas que requiere un procesamiento completamente manual. Es de destacar el nivel de precisión que se puede alcanzar dado que el error de medición, que depende fundamentalmente de la medida de longitudes y de tiempos, está determinado por la rapidez de toma de imágenes por la computadora y por la discriminación en la pantalla, que resulta del orden del pixel.

Si bien el proceso se puede automatizar más, el esquema planteado, por bloques y con un conjunto de opciones presentadas como menú en cada etapa, permite al operador analizar los resultados de cada una de ellas y fijar criterios de decisión personales.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro reconocimiento a la colaboración prestada por el Consejo de Investigación de la UNSa quién facilitó la cámara para la toma de imágenes y en particular agradecer a la Srta. María Sonia Marrupe su valiosa colaboración en la operación de la misma.

REFERENCIAS

1. Atkinson y Atkinson: " Using Borland C ++ ", QUE Corp. 1991.
2. Foley, van Dam, Feiner, Hughes: " Computer Graphics. Principles and Practice ", 2nd. Ed. Addison - Wesley, 1992.
3. " Victor Image Processing Library ", Catenary Systems, 1990.
4. Lindley: " Practical Image Processing in C ", Wiley, 1991.
5. Tischer: " PC interno ", Marcombo, Boixareu Ed., 1993.