

**Escuela Superior
Politécnica del Litoral**



Facultad de Ingeniería en Electricidad

*"Exhibición de Imágenes Multiespectrales
con Tarjeta SVGA"*

TESIS DE GRADO

*Previa a la Obtención del Título de
Ingeniero en Computación*

Presentada por:
Alsino Ramírez C.

Guayaquil -:- Ecuador

1996

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MI HIJA

A MI ESPOSA

A MIS HERMANOS

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

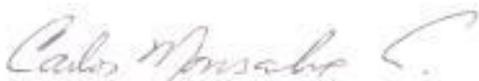
Carlos Monsalve

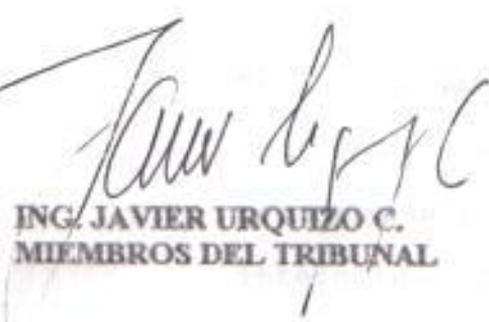
ING. CARLOS MONSALVE

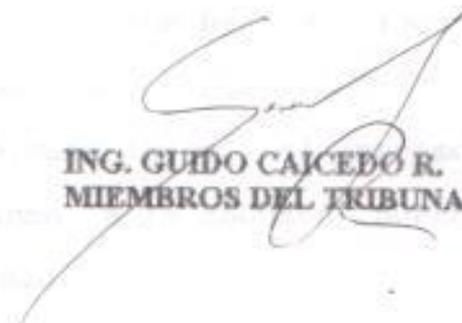
Director de Tesis

TRIBUNAL DE GRADO

ING. ARMANDO ALTAMIRANO CH.
SUBDECANO F.I.E.C.


ING. CARLOS MONSALVE A.
DIRECTOR DE TESIS


ING. JAVIER URQUIZO C.
MIEMBROS DEL TRIBUNAL


ING. GUIDO CAICEDO R.
MIEMBROS DEL TRIBUNAL

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL)

RESUMEN

La idea motivadora de esta investigación fué presentar una alternativa de bajo costo a los equipos dedicados a mostrar y procesar imágenes digitales provenientes de barredores multiespectrales de satélites como el Landsat.

Los planteamientos principales de ésta tesis se pueden resumir en dos características bien definidas; la primera es poder presentar imágenes digitales multitemporales correspondientes a las distintas bandas del espectro electromagnético con tarjetas de video SVGA, lo cual implica mostrarlas con resoluciones de hasta 1024 x 768 pixeles con paletas de 256 colores; la segunda característica es que las imágenes sean susceptibles de ser afectadas mediante técnicas del procesamiento de gráficas y obtener de esta forma un mejoramiento en la apariencia de las mismas.

Por lo anteriormente expuesto nos damos cuenta que es factible crear aplicaciones dedicadas a la

investigación tecnológica en campos tan diversos como son la hidrología, geología, agricultura, forestación, ecología, militar, sociología, etc. con equipos de bajo costo y gran rendimiento, capaces de interpretar el medio físico natural con un excelente potencial de aciertos.

INDICE GENERAL

CONTENIDO

I	CONCEPTOS GENERALES.....	12
1.1	Definiciones Previas.....	12
1.2	Aplicaciones del Procesamiento de imágenes y la Percepción remota.....	17
1.3	Formatos de almacenamiento de imágenes.....	21
1.3.1	Formatos de archivos gráficos PCX/PCC.....	23
1.3.2	Formatos de archivos gráficos TIFF.....	26
1.4	Técnicas de procesamiento de imágenes.....	30
1.4.1	Procesos de punto.....	30
1.4.2	Procesos de área.....	33
1.4.3	Procesos de conjunto.....	38
1.4.4	Procesos geométricos.....	39
1.5	Fundamentos matemáticos en procesamiento de imágenes.....	41
1.5.1	Procesos de punto.....	41
1.5.2	Procesos de área.....	42
1.5.3	Procesos de conjunto.....	45
1.5.4	Procesos geométricos.....	48
II	FUNDAMENTOS TECNICOS.....	53
2.1	Fundamentos técnicos de la exhibición de imágenes utilizando la tarjeta SVGA.....	53
2.2	Estructura de las imágenes multiespectrales.....	55
III	DEFINICION DEL MODULO DE DESPLIEGUE.....	57
3.1	Despliegue en grises.....	58
3.2	Despliegue en color (una banda).....	59
3.3	Despliegue en color (tres bandas).....	60
IV	DEFINICION DEL MODULO ZOOM DE PANTALLA.....	61
V	DEFINICION DEL MODULO DE PROCESAMIENTO DE IMAGENES....	64
5.1	Abrillantar una imagen.....	64
5.2	Obscurecer una imagen.....	65
5.3	Aumento del contraste de una imagen.....	66

VI	REQUERIMIENTOS.....	67
6.1	Requerimientos funcionales de los módulos.....	67
6.1.1	Despliegue de datos.....	67
6.1.2	Despliegue en niveles de grises.....	68
6.1.3	Despliegue de una banda en color.....	68
6.1.4	Despliegue de tres bandas en color.....	69
6.1.5	Zoom de pantalla.....	70
6.1.6	Procesamiento de imágenes.....	71
6.1.7	Abrillantar una imagen.....	72
6.1.8	Obscurecer una imagen.....	73
6.1.9	Aumentar valores claros de una imagen.....	73
6.1.10	Rebajar valores oscuros de una imagen.....	74
6.2	Requerimientos operacionales de los módulos.....	75
VII	DISEÑO DEL SISTEMA.....	77
7.1	Diseño lógico.....	79
7.2	Diseño arquitectónico.....	84
7.3	Diseño de procedimientos.....	89
VIII	IMPLANTACION, PRUEBAS Y RESULTADOS.....	98
8.1	Implantación.....	98
8.2	Pruebas.....	99
8.3	Resultados.....	103
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	105
	Conclusiones.....	105
	Recomendaciones.....	106
	BIBLIOGRAFIA.....	108

INTRODUCCION

El utilizar imágenes e información digital correspondientes a las distintas bandas del espectro electromagnético procedentes de barredores multiespectrales de satélites como el Landsat facilitan el reconocimiento de características de la superficie terrestre.

Una de las inquietudes fundamentales que se presentan en el área de la teledetección o percepción remota, es poder utilizar el tipo de imágenes descritas en el párrafo anterior con equipos de bajo costo, los cuales tengan la virtud de presentar las mismas con una gran resolución y además poder realizar procesos de detección, mejoramiento, clasificación o modificación orientada, en las imágenes obtenidas de esta manera.

Uno de los problemas fundamentales que se tenía en el uso de equipos como un PC era, presentar una escena multiespectral en resolución VGA (640 x 480), ya que se tenía una pérdida en la información digital mostrada por la razón de que las imágenes vienen en matrices que

corresponden a 512 x 512 píxeles. La idea central de esta aplicación es tratar de mostrar las imágenes en una resolución donde no exista menoscabo en los datos digitales; se escogió entonces la tarjeta de video SVGA (1024 x 768) para salvar este problema.

En el instante en que se utiliza una tarjeta de video más poderosa, tenemos otras ventajas como por ejemplo poder presentar una imagen mucho más real usando una paleta de 256 colores y tener una memoria de video mucho mayor. Este beneficio nos conlleva a investigar el procesamiento de imágenes como una técnica aplicada a las gráficas multiespectrales, donde se puede mejorar su apariencia y hacer trabajos de clasificación y delimitación.

Por lo anteriormente expuesto se elaboró un plan de trabajo que consistía en investigar entonces 2 áreas bien definidas. La primera incluía la conformación de los archivos digitales que componen una imagen multiespectral y las posibles maneras de ser mostradas en un monitor de video. La segunda área se refiere a indagar en las técnicas del procesamiento de imágenes, sus algoritmos y la manera de desarrollarlos para que sean aplicados por medio de un equipo tal como un PC.

Este método de trabajo nos llevó a buscar entidades que se dediquen a desarrollar tecnologías orientadas a usar y procesar imágenes de video con las características ya expuestas. La búsqueda nos condujo a visitar el CLIRSEN (Centro de levantamientos integrados de Recursos Naturales por sensores remotos), institución especializada en impulsar la tecnología de la percepción remota en el Ecuador, donde se obtuvo la orientación necesaria en como poder llevar a cabo esta investigación.

CAPITULO 1

CONCEPTOS GENERALES

1.1 Definiciones Previas.

Para una mayor comprensión del tema abarcado por esta tesis, conviene definir algunos conceptos antes de hacer uso de ellos.

Pixel.- Es el elemento más pequeño que se puede identificar sobre la pantalla. En los sistemas RGB, un pixel es una triada compuesta por un punto rojo, un punto verde y un punto azul. Debido que a un pixel solamente se le puede asignar un color, representa el elemento de dibujo más fundamental.

Super VGA (SVGA).- Adaptador gráfico que mejora las capacidades de la tarjeta VGA. Una adaptador SVGA normal

incluye los modos de 640x480 a 256 colores, 800x600 a 16 colores, 1024x768 a 16 colores y 1024x768 a 256 colores.

Paleta de Sistema.- Es la paleta de hardware activa, la cual es configurada al arrancar el sistema. Consiste en una tabla de consulta donde se asocia a cada índice de color una determinada configuración de los cañones RGB del monitor. Al tener una tarjeta SVGA se dispone de una paleta de sistema con 256 colores.

Paleta lógica.- Es una tabla de colores definida por una aplicación Windows para su propio uso. Cuando es posible los colores de una paleta lógica se hacen corresponder con uno de los tonos de la paleta de sistema. En el caso de no producirse una correspondencia, se utiliza la combinación para simular el color pedido en la paleta lógica.

Mapa de bits.- Es una disposición de bytes en memoria de pantalla o memoria convencional cuyos bits corresponden a los píxeles de la pantalla del monitor. Diremos entonces que es una matriz de bits sobre la que se puede dibujar y realizar operaciones gráficas.

Procesamiento de imagen.- Es un rama de la programación

gráfica que implica analizar, interpretar y modificar con una computadora una imagen digitalizada. Esto se lo realiza por medio de algoritmos, que paso a paso desarrollan operaciones de procesamiento. Estos algoritmos, son expresados en programas usados por computadoras; los mismos que serán explicados más adelante. En general, las técnicas del procesamiento de imagen son aplicadas a gráficos o datos de imágenes cuando:

- 1.- Es necesario mejorar la apariencia, o resaltar algunos aspectos de la información contenida en la imagen.
- 2.- Los elementos dentro de una imagen necesitan ser categorizados, clasificados o medidos.
- 3.- Porciones de una gráfica necesitan ser combinadas o algunos elementos necesitan ser reorganizados.

De lo anteriormente expuesto podemos decir que el procesamiento de imagen puede trabajar entonces en dos contextos: visual y analítico.

En el nivel puramente visual, se puede acrecentar o

manipular la apariencia de una gráfica. Podemos hacer que esta aparezca más clara o más oscura, ajustar el contraste, determinar los límites, añadir o quitar color, etc. .

En el nivel puramente analítico, el procesamiento puede descubrir nuevos significados en una imagen. Podemos suprimir niebla y exponer elementos que no se veían previamente en la escena. Se pueden detectar bordes o límites no visibles debido a la sombra o mancha y que revelan formas que inicialmente no resultaban obvias. Se puede almacenar información de la imagen en forma de calor en vez de en forma de iluminación. Podemos detectar información que cambia en el tiempo de una escena a otra. También se puede categorizar y medir los elementos que se encuentran en una gráfica.

Aplicaciones típicas del procesamiento.- Dentro de las áreas en donde se aplica procesamiento de imagen podemos resaltar algunas, donde ésta técnica ha contribuido enormemente en el avance de la investigación científica. Entre ellas tenemos :

- **Exploración del espacio**, donde mediante la técnica del procesamiento se pudo mejorar la apariencia de

las imágenes enviadas por las distintas misiones espaciales, evitando problemas como borrones producidos por alta frecuencia, patrones de ruido por oscilación, distorsión geométrica y otros.

- **Investigación biomédica**, donde se mejoró las imágenes tomadas de los órganos internos humanos, entre ellos el cerebro, pudiéndose obtener un mapeo más preciso de recorridos de arterias y otros elementos fundamentales.

- **Conservación de obras de arte**, donde la aplicación gráfica principal se centra en la restauración de pinturas, dibujos, murales, objetos tridimensionales como esculturas, etc. Se aplican técnicas orientadas a la identificación de posibles resquebrajamientos en la pintura, pérdida de pigmentos originales, pérdida en el contraste debido a la exposición a diversos elementos, etc. Existen también técnicas para encontrar posibles falsificaciones y otras tendientes a vislumbrar detalles originales perdidos en el transcurso de creación de una obra.

- **Cine y fotografía**, quizás una de las áreas que mayor impacto visual pueda tener, por su gran difusión

dentro de las comunidades. Se puede por ejemplo, convertir películas en blanco y negro a color, utilizando la técnica de la pseudocoloración; abrillantar imágenes u oscurecerlas, aumentar el contraste, obtener sus negativos, detección de bordes, suprimir detalles confusos, etc.

- **Teledetección (Percepción remota)**, es una de las áreas que mayor utilidad puede prestar a los países en vía de desarrollo. Analizando imágenes correspondientes a distintas respuestas del espectro electromagnético, podemos obtener información de los Recursos Naturales que pueden ser explotados o recuperados en beneficio de los pueblos. Más adelante se explicará con detenimiento las distintas aplicaciones posibles del procesamiento de imágenes multiespectrales obtenidas vía percepción remota.

1.2 Aplicaciones del Procesamiento de imágenes y la Percepción remota.

La observación aérea de una región nos permite apreciar su estructura general con la ventaja de poder ser examinada a gusto y tan largamente como se requiera. La exageración del relieve permite distinguir las

diferencias del declive hasta niveles casi imperceptibles a simple vista. De esta manera podemos examinar territorios inexplorados por su poca accesibilidad mediante vías terrestres.

La percepción remota nos entrega imágenes e información digital multitemporal de regiones dispuestas a estudio de acuerdo a las distintas bandas del espectro electromagnético, gracias a los sensores de los barredores multiespectrales de distintos satélites que orbitan la tierra.

Con el análisis de los datos digitales de las gráficas multiespectrales obtenidas mediante la percepción remota y con el empleo de técnicas de procesamiento de imágenes, podemos crear aplicaciones en áreas distintas, tales como :

- **Geología;** donde se pueden elaborar mapas de formaciones geológicas, indispensables en la localización de los recursos del subsuelo en un extenso territorio, delimitando luego un yacimiento particular con la elaboración de un mapa estructural a gran escala.

- **Agricultura;** donde por medio de la percepción remota y las técnicas del procesamiento, podemos suministrar al agrónomo informaciones sobre los suelos, las condiciones ecológicas de una región, los métodos de cultura empleados, el estado de la alfombra vegetal, la especialización de los estudios estadísticos. La comparación de tomas sucesivas permite seguir la evolución de las culturas en el tiempo evaluando las duraciones de rotación, expansiones o abandonos de las tierras cultivadas, traslado de las culturas sobre tierras quemadas.

- **Cartografía;** donde por intermedio de las tomas vía satélite se permite la cartografía general de pequeña escala, de extensas regiones. Con las imágenes de alta resolución se podría hacer la revisión de mapas de escala media.

- **Silvicultura;** donde la percepción remota es capaz de identificar las especies de árboles, de inventariar y clasificar las esencias forestales; ayudar en la labor de protección, lucha fitosanitaria, explotación, repoblación forestal, y aún de prevención de incendios.

- **Fuentes acuosas;** donde ayudados por la percepción remota y el procesamiento de imágenes, podemos identificar hasta las más mínimas trazas de agua; las más pequeñas diferencias de humedad se perciben en las gráficas con emulsión infrarroja. Tenemos a nuestro alcance la posibilidad de descubrir nuevos manantiales, discriminar a orillas del mar entre surtidores de agua dulce y resurgencias de agua salada, usando técnicas adelantadas como la termografía. Tenemos además, un medio eficaz de lucha contra la contaminación de las aguas gracias a la posibilidad de registrar los gradientes de temperatura debidos a la presencia de impurezas.

- **Ingeniería;** detectando sitios de implantación de fábricas, embalses, puentes marítimos y fluviales; trazando vías de comunicación como carreteras, ferrocarriles; luchando contra las amenazas de cataclismos tales como corrimientos de terreno, avalanchas, etc.

- **Urbanismo;** por intermedio de las técnicas descritas anteriormente podemos seguir la historia y el crecimiento de los asentamientos humanos, identificar los núcleos originales de un hábitat. La

relación entre el sitio de una ciudad y su contexto geográfico permite conocer las razones de su establecimiento en aquellas zonas. En fin, podemos reconstruir los movimientos de los transeúntes y vehículos dentro de una ciudad.

- **Control de inundaciones:** al disponer de imágenes e información multitemporal, se puede analizar la evolución de la creciente de un río, sus posibles causas y los sitios críticos para que se produzca una inundación, así como la evaluación de los daños causados y la adopción de medidas tendientes a controlar futuras inundaciones y minimizar los males que puedan causarse.

Esto es solamente una muestra de las múltiples aplicaciones que se pueden desarrollar basándonos en la técnica del procesamiento de imágenes y la percepción remota.

1.3 Formatos de almacenamiento de imágenes.

Los programas gráficos en general pueden ser categorizados de acuerdo a cómo los datos de imágenes son guardados y mostrados. Existen dos categorías: formatos

raster y formatos vector. Formatos raster están comprendidos de una serie de pixeles, que cubren una área completa de muestra. Las muestras raster son usualmente generadas por la barrida periódica de un haz de electrones sobre la superficie de una imagen con un predeterminado patrón (por ejemplo, una cámara de video). El concepto de figura no es inherente en una imagen raster. Este tipo de imágenes son usualmente usadas para presentaciones gráficas, donde consideraciones artísticas y calidad de imagen son muy importantes. Los dos formatos raster de mayor aplicación son el PCX/PCC y el TIFF, los cuales serán objeto de una discusión posterior. Las principales ventajas de este formato son:

- a.- Es fácil obtener datos de un dispositivo de entrada raster tal como un scanner, para luego sacarlos sobre un dispositivo de salida tal como un monitor o impresora gráfica.
- b.- La muestra de los datos raster es más rápida que los datos vectorizados ya que no tiene que hacerse ninguna conversión vector a raster.

El formato vector, involucra el uso de líneas de segmento dirigidas en vez de pixeles para hacer una

imagen. Con este tipo de formato es más fácil determinar que segmentos de línea componen un objeto. Estos gráficos son usados primordialmente en aplicaciones CAD donde la precisión en el escalamiento y la relación entre los elementos es importante.

Las imágenes vectorizadas son fácilmente enviadas a un plotter, ya que este es un dispositivo de salida tipo vector. Las imágenes vectorizadas pueden ser convertidas a formato raster, para obtener copias duras en una impresora. Este tipo de formato tiene muy poca aplicación en el procesamiento de imágenes.

1.3.1 Formato de archivos gráficos PCX/PCC.

Este formato de archivos fue uno de los primeros intentos para habilitar el almacenamiento y la estandarización de los archivos gráficos de imágenes. Esto se hizo necesario para permitir el movimiento de archivos entre aplicaciones y proveer la compresión de archivos para poder ser guardados en disco.

El formato PCX/PCC no es muy flexible con respecto a la información que este contiene. Este

formato de archivos es rígido, con una cabecera de archivo de longitud fija seguida por los datos de la imagen raster y opcionalmente por una estructura de paleta de colores extendido. Un archivo PCC es un simple subconjunto (o corte) de un archivo PCX. La simplicidad de este formato lo convierte en fácil de entender, de desarrollar y usar.

La cabecera contiene la información necesaria para permitir la correcta interpretación de los datos tipo raster que siguen. Sin la cabecera la imagen de datos no podría ser descifrada. La información de la paleta que es guardada en un archivo PCX sirve para mostrar la imagen con sus colores originales; si la paleta no existiera los datos tendrían que ser mostrados con la paleta por defecto del sistema, lo cual no reflejaría lo provisto por un programa de aplicación.

A continuación en la fig. 1 se muestra la descripción gráfica de un típico archivo PCX/PCC.

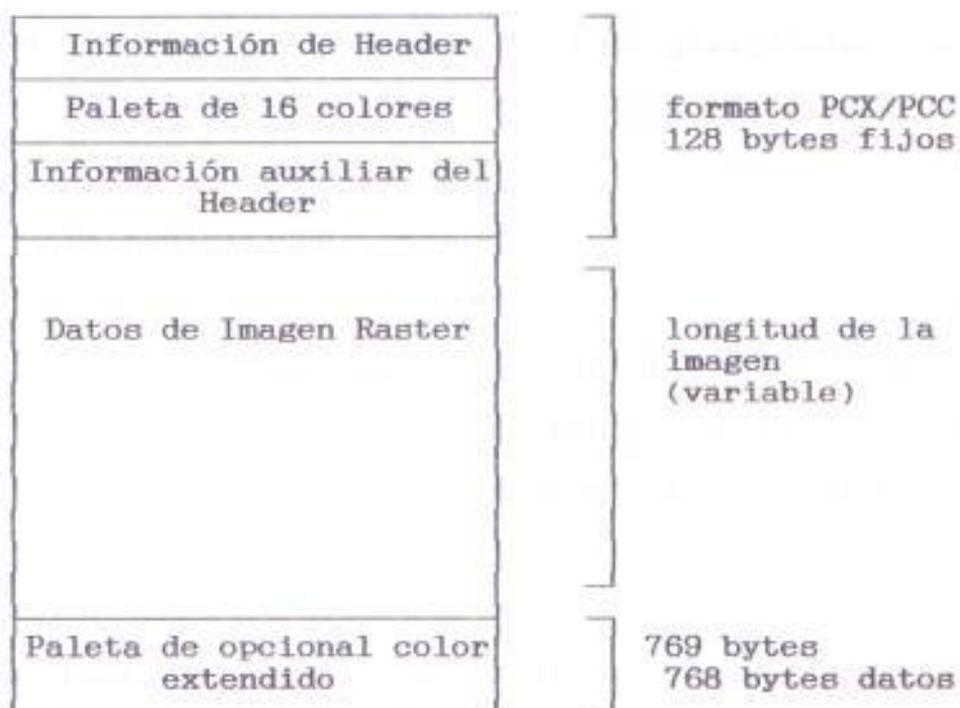


Figura 1

1.3.2 Formato de archivos gráficos TIFF.

Este formato de archivos fue diseñado para solventar los problemas asociados con los formatos de archivos fijos. Se podría decir que este formato es un superconjunto de todos los formatos de archivos gráficos existentes. Los diseñadores del formato TIFF tuvieron 3 cosas importantes en mente:

a.- **Extendibilidad.**- Es la habilidad para añadir nuevos tipos de imágenes sin invalidar los viejos tipos; así como para incorporar campos de información sin impactar en la habilidad de las viejas aplicaciones para leer los archivos de imágenes.

b.- **Portabilidad.**- TIFF fue diseñado de tal manera que no depende de la plataforma hardware ni del sistema operativo en que este se ejecuta, haciendo por lo tanto muy pocas demandas del ambiente operativo.

c.- **Revisión.**- TIFF fue diseñado no solamente para

ser un eficiente medio de intercambio de información de imágenes; también se lo desarrolló con el criterio de que pueda ser un formato interno nativo de datos para aplicaciones de edición de imágenes.

La riqueza de este formato resuelve muchos problemas pero al mismo tiempo crea otros pocos. Su estructura es muy compleja, de hecho mucho más que cualquiera de los formatos que pueda reemplazar. La complejidad para añadir información se ve reflejada en que tiene que manejar mucho más código; esto se verifica en que los tiempos de ejecución de lectura y escritura son mucho más lentos.

Los archivos TIFF son compuestos por 3 estructuras de datos únicas. La primera de ellas es denominada "Cabecera del archivo imagen" o IFH, siendo la única que tiene una localización fija y es de 8 bytes de longitud. El IFH contiene información importante para interpretar correctamente el resto del archivo TIFF; contiene indicaciones del ordenamiento de bytes utilizado en su creación (recordemos que pueden ser movidos de un medio operativo a otro diferente). La segunda estructura

es llamada "Directorio de archivo imagen" o IFD. Uno o más IFDs pueden residir en un archivo TIFF. Uno o más IFDs pueden existir en un archivo de formato TIFF, significando que el archivo contiene más de una imagen. La tercera estructura se llama "Entrada de directorio" o DE. Es precisamente la que le otorga la flexibilidad al formato TIFF. Cada DE tiene exactamente 12 bytes y está segmentado en 4 campos. Uno de ellos es el tag; donde los datos raster contenidos en un archivo TIFF son conectados. Como ventaja de tener un campo tag podemos comentar que estos pueden ser aumentados sin invalidar los viejos tags.

Los datos raster contenidos en archivo TIFF están organizados dentro de grupo de líneas scan de datos de imagen llamadas strips. Esta organización ayuda a reducir los requerimientos de memoria en la lectura de los archivos TIFF, debido a que no todos los archivos de imagen están residentes en memoria.

Seguido presentamos la estructura de los archivos de formato TIFF en la figura 2.

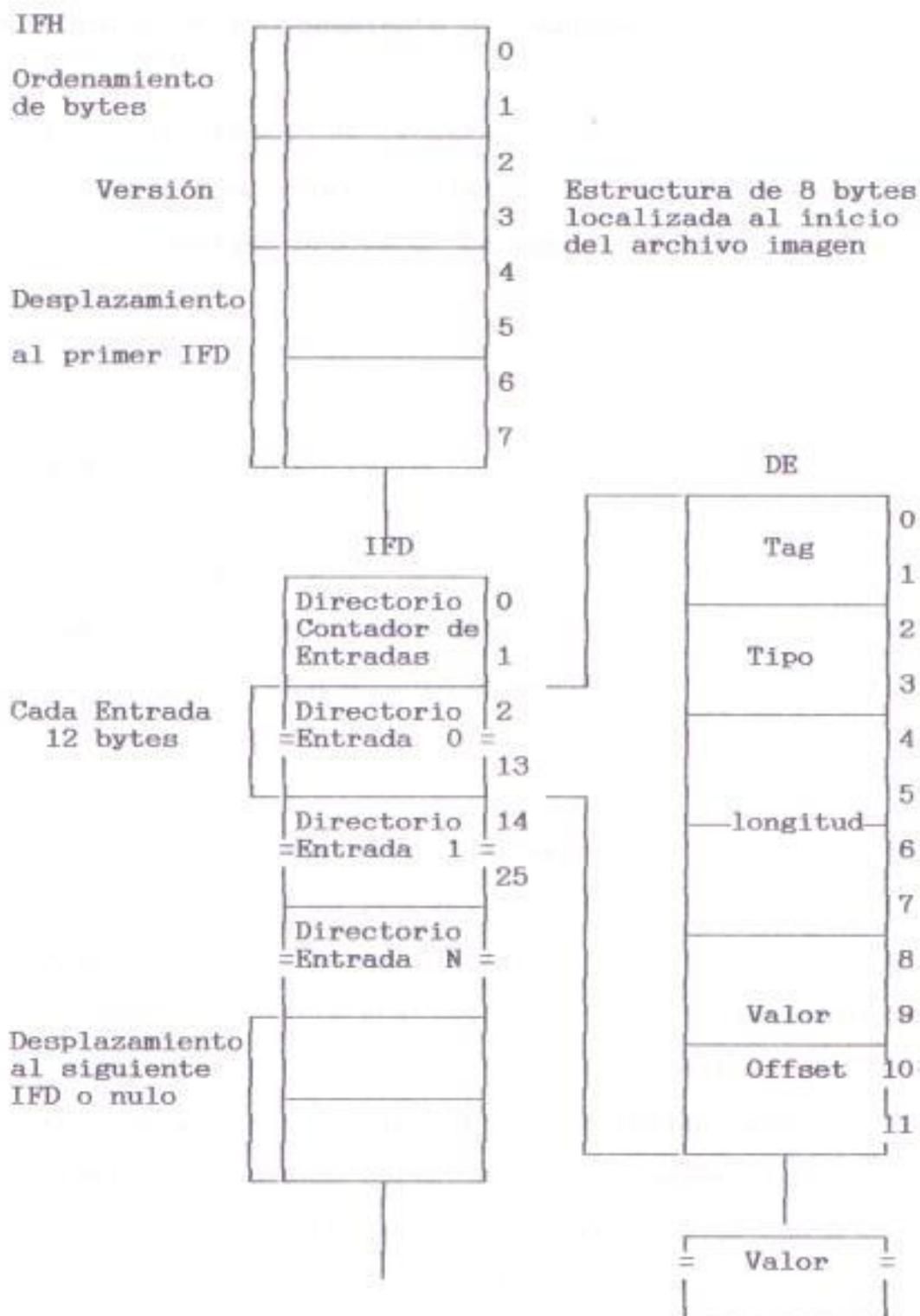


Figura 2

1.4 Técnicas de procesamiento de imágenes.

Los algoritmos de procesamiento de imagen que se pueden usar los podemos clasificar dentro de cuatro grandes categorías: procesos de punto, de área, de frama y geométricos.

1.4.1 Procesos de punto.

Podríamos decir que los procesos de punto son las operaciones fundamentales en el procesamiento de imágenes. Estos son probablemente los más usados y los más simples

Los procesos de punto operan sobre la base de pixel a pixel. Un proceso de punto altera un pixel después de considerar el valor original del pixel o su posición en la gráfica. La relación que pudiera existir entre el pixel y sus vecinos no se considera. Estos algoritmos trabajan sobre la gráfica rastreando pixel a pixel, desarrollando su transformación. En general los procesos de punto no modifican la relación espacial dentro de una imagen; por esta razón este tipo de procesos no pueden

modificar el detalle contenido en una imagen.

Los procesos de punto típicos incluyen la transformación a imágenes negativas, aclarado u oscurecido de imágenes, aumento de contraste y de umbral. A continuación definiremos algunos de estos procesos:

- **Negativos.** Una imagen negativa se crea analizando pixel a pixel dentro de cada línea. Cada pixel blanco se cambia a negro, y cada pixel negro se transforma en uno blanco. Si se usa una escala de grises de 16 o 64 tonos, un 30 % de gris se convierte en un 70 % de gris, y así sucesivamente. Un 50 % de gris permanece igual.

- **Aclarado u oscurecido.** Una imagen se puede aclarar o hacer más brillante incrementando el valor de cada pixel de forma uniforme en toda la imagen. Se ajusta cada pixel de cada línea hasta que se han modificado todas las líneas. Las fráficas se pueden oscurecer decrementando el valor de cada pixel en la escena.

- **Aumento de contraste.** Se puede mejorar la apariencia visual de una imagen ajustando su contraste. Muchas imágenes tienen una falta notoria de contraste; tienen pocos negros y pocos blancos, pero muchos grises medios. El contraste se puede aumentar extendiendo los grises medios dentro del rango completo de sombras disponibles. Muchas aplicaciones analizan la distribución de sombras de la gráfica. Este análisis resultante se llama histograma. Es un gráfico que indica los valores de intensidad de pixel para la imagen, mostrando los porcentajes de pixeles que tienen 50 % de gris, 60 % de gris y así sucesivamente. Si el histograma informa que muchos de los pixeles tienen entre 10 % y 20 % de gris, la aplicación concluye que la imagen es demasiado oscura y que se debe aclarar o aumentar su contraste.

- **Umbral.** La visión máquina y la robótica utilizan con frecuencia el umbral para convertir una imagen de tono continuo en una gráfica en blanco y negro. Según se considera cada elemento de la imagen, los valores por

encima de un cierto punto de corte (punto umbral) se cambian a blanco. Los pixeles por debajo de un cierto umbral se cambian a negro. El umbral también se puede usar para convertir una imagen con 64 niveles de gris en una con 18 niveles o en una gráfica con colores por combinación.

1.4.2 Procesos de área.

Los procesos de área también son referidos como procesos de grupo, ya que usan grupos de pixeles para derivar información sobre una gráfica. Este tipo de procesos operan sobre la base de pixel a pixel considerando el valor original del pixel en relación con los que lo rodean. El grupo de pixeles usados en un proceso de área es conocido como vecindad. La vecindad es una matriz bidimensional de valores de pixeles teniendo un número impar de elementos. El pixel de interés, aquel cuyo valor está siendo reemplazado por uno nuevo, reside en el centro de la vecindad. Una vecindad es muy útil cuando se usa para extraer información sobre frecuencia espacial. La frecuencia espacial se refiere a la tendencia de iluminación; tiene en

cuenta la diferencia entre los valores de los píxeles en la vecindad: la tasa de cambio de intensidad de los píxeles en una cierta distancia. El concepto de frecuencia espacial produce un número significativo de consecuencias. Una vecindad con una alta frecuencia espacial (una diferencia pronunciada entre los píxeles) puede indicar un límite o contorno definido en la imagen. Por otra parte, una vecindad con una baja frecuencia espacial puede indicar un límite o contorno poco definido o borroso. Esta información se la puede utilizar para definir una imagen, detectar los límites o contornos en la misma o eliminar ruido aleatorio.

Los típicos procesos de área incluyen filtrado espacial, detección de límites, eliminado de niebla, convolución y otros, los cuales detallaremos a continuación:

- **Filtrado espacial.** Los filtros espaciales usan sumas con pesos para manipular una vecindad de píxeles, como se muestra en la figura No. 3 siguiente:

P1	P2	P3
P4	P5	P6
P7	P8	P9

Vecindad

F1	F2	F3
F4	F5	F6
F7	F8	F9

Filtro espacial

Figura 3

Suma con peso = vecindad x filtro espacial

$$\begin{aligned}
 &= (P1 \times F1) + (P2 \times F2) + (P3 \times F3) \\
 &\quad (P4 \times F4) + (P5 \times F5) + (P6 \times F6) \\
 &\quad (P7 \times F7) + (P8 \times F8) + (P9 \times F9)
 \end{aligned}$$

La frecuencia espacial que se construye en el filtro espacial se usa para cambiar la frecuencia espacial de la vecindad. Cada pixel en el filtro espacial tiene un efecto en su pixel correspondiente en la vecindad que se considera y sirve para incrementar o decrementar la influencia la influencia de ese pixel. Los filtros espaciales más útiles son los pasa-alta y los pasa-baja. Los filtros espaciales pasa-alta son útiles para la detección de límites y para su mejora. Los filtros espaciales pasa-baja son útiles para reducir el ruido visual. Estos también tienden a difuminar una imagen.

- **Convolución.** La mejor manera de entender la convolución es pensar en ésta como una suma de pesos, como se muestra en la siguiente figura.

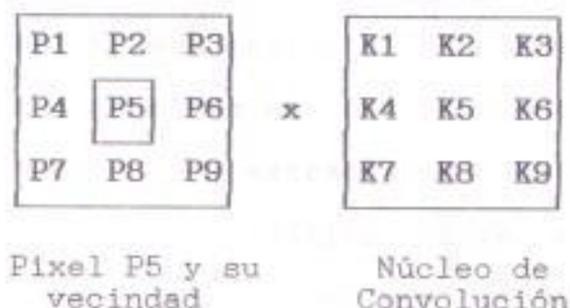


Figura 4

$$\begin{aligned} \text{Nuevo valor P5} = & K1 \times P1 + K2 \times P2 + K3 \times P3 + \\ & K4 \times P4 + K5 \times P5 + K6 \times P6 + \\ & K7 \times P7 + K8 \times P8 + K9 \times P9 \end{aligned}$$

Cada pixel en la vecindad es multiplicado por un núcleo de convolución dimensionado similar; la suma resultante reemplaza el valor de el pixel central de interés. Cada elemento de el núcleo de convolución es un factor de peso llamado también coeficiente de convolución. El tamaño y la disposición de los factores contenidos en un núcleo de convolución determinan el tipo de transformación de área que será aplicado a los datos de la imagen.

Cambiar un factor de peso dentro del núcleo influye en la magnitud y el posible signo de la suma total y por lo tanto afectará el valor del pixel de interés.

- **Detección de límites.** Es otra de las áreas que puede ser desarrollada mediante la convolución. La detección de límites es usada como un paso preliminar en la extracción de las características de una gráfica. Este proceso reduce la imagen dentro de sus bordes; el contenido de la gráfica es reducido y en muchos casos eliminado. Por esta razón la imagen procesada no se asemeja mucho a la imagen original. Aunque la detección de límites es usada principalmente en visión máquina, tiene otros usos también. Por ejemplo, la información de límites provista por estos procesos, puede ser añadida a la imagen original para intensificar su apariencia. También puede ser usado como una herramienta artística para producir imágenes admirablemente delineadas. Estas gráficas pueden ser retocadas por otras aplicaciones para producir trabajos realmente artísticos.

1.4.3 Procesos de conjunto.

Los procesos de conjunto son también denominados procesos de viñeta. Este clase de procesos altera los pixeles en una imagen en base a los valores de los pixeles en otra imagen. Un proceso de conjunto puede sobreponer imágenes para formar otra nueva y puede detectar los cambios que han ocurrido entre las dos imágenes. Los procesos de viñeta típicos incluyen las operaciones de sustracción y las operaciones lógicas, tales como and, or, xor, multiplicación, división, etc.. Entendamos por sustracción al producto de obtener las diferencias entre las dos imágenes representando frecuentemente los elementos de la imagen que han cambiado. Los análisis debidos a la visión remota utilizan con frecuencia la sustracción para detectar despliegues militares, tendencias de la agricultura como fallos en los cultivos, y así sucesivamente. La visión máquina en la industria utiliza a menudo la sustracción para comparar una unidad de la línea de ensamblado con una gráfica que contiene la especificación del diseño deseado. Si se revela cualquier diferencia, la unidad de la línea de ensamblado puede necesitar ser desechada o corregida

antes de enviarla al cliente.

1.4.4 Procesos geométricos.

Los procesos geométricos alteran el valor o la posición espacial de un pixel utilizando alguna transformación o cálculo geométrico.

Las transformaciones geométricas tienen menos usos, tales como industriales y artísticos. Ellos pueden ser usados para:

- a.- Para corregir algunos defectos inherentes en un sistema de imágenes (aberraciones espaciales en un sensor de imágenes, problemas de aspecto de radio, y así por el estilo).
- b.- Como un paso de preprocesamiento para preparar a una imagen al sometimiento de procesos de punto, área o conjunto.
- c.- Para proveer registros precisos de imágenes que serán comparadas.
- d.- Como una herramienta para composición de

imágenes produciendo copias duras (por ejemplo, la producción de collage de imágenes).

- e.- Para proveer una variedad de efectos especiales con imágenes.

Los algoritmos geométricos pueden ser expresados por un conjunto de ecuaciones que mapean un pixel en una posición x,y dentro de una nueva dirección x',y' . Los procesos geométricos típicos incluyen el escalado de imágenes, la rotación y las imágenes especulares, los cuales serán explicados a continuación:

- **Escalado de imagen.** El escalado de imágenes significa aumentar o reducir el tamaño de una gráfica. Cuando una imagen se aumenta, un solo pixel se puede hacer corresponder con dos o cuatro pixeles de la nueva imagen. Cuando una imagen se reduce, dos o cuatro pixeles de la imagen original se pueden hacer corresponder con un solo pixel de la imagen resultante.
- **Rotación de imagen.** Cuando una gráfica se rota, normalmente se gira 90 grados. Dos rotaciones

la pondrán boca abajo. Cuatro rotaciones la devolverán a su posición original. Para implementar una función de rotación se pueden usar senos y cosenos.

- **Imagen especular.** La imagen especular significa producir la misma imagen que un espejo. Esto se puede hacer respecto a un eje vertical o a un eje horizontal.

1.5 Fundamentos matemáticos en procesamiento de imágenes.

Para discutir este conjunto de fundamentos matemáticos lo haremos en el mismo orden en que se definió cada uno de ellos anteriormente.

1.5.1 Procesos de punto.

El proceso matemático en que se basa el procesamiento de punto es muy sencillo. Partiremos de la premisa en que para mejorar la apariencia de una gráfica necesitamos solamente añadir o sustraer un valor constante al contenido original de el pixel que se quiere cambiar. Expresado algebraicamente, un pixel con una intensidad de valor V es transformado

de la siguiente manera:

$$V = V + b$$

donde b es un valor constante, el cual puede ser positivo o negativo.

Podemos de la misma manera, cambiar el valor de los píxeles en una determinada área. Si queremos por ejemplo incrementar el contraste en el centro de una imagen podemos aplicar lo siguiente:

$$V = V * k * \exp(-(x * x/l + y * y/l)) - m$$

donde k , l y m son constantes que ajustan la cantidad de cambio, x es un rango que va desde $-(\text{tamaño horizontal} / 2)$ hasta $(\text{tamaño horizontal} / 2)$ y donde y va desde $-(\text{tamaño vertical} / 2)$ hasta $(\text{tamaño vertical} / 2)$.

1.5.2 Procesos de área.

Dentro de los procesos de área podemos definir como objeto de estudio en primer lugar a la convolución. Esta operación reemplaza el valor de un

pixel con la suma de este y los valores de aquellos pixeles que están en su vecindad, cada uno multiplicado o pesado por un factor. Los factores de peso son llamados el núcleo de convolución. Supongamos que usamos una vecindad de 3x3 pixeles y el núcleo. Llamaremos a los puntos de la imagen como $p(x,y)$ y los puntos del núcleo como $k(x,y)$ donde $x = 0, 1, \text{ o } 2$. Entonces el punto central $p(1,1)$ es reemplazado por lo siguiente:

$$\begin{aligned}
 p(1,1) = & p(0,0)*k(0,0) + p(1,0)*k(1,0) + \\
 & p(2,0)*k(2,0) + p(0,1)*k(0,1) + \\
 & p(1,1)*k(1,1) + p(2,1)*k(2,1) + \\
 & p(0,2)*k(0,2) + p(1,2)*k(1,2) + \\
 & p(2,2)*k(2,2)
 \end{aligned}$$

o,

$$p(1,1) = \sum_{m,n=0}^2 k(m,n)*p(m,n)$$

Para realizar la convolución de una imagen en cada posición de pixel, se debe pensar en la aplicación del núcleo de convolución sobre cada fila de pixeles, esto nos llevará a lo siguiente:

$$p(x,y) = \sum_{m,n=0}^2 k(m,n)*p(x+m,y+n)$$

Realizando esta operación para una área de tamaño X por Y con un núcleo de tamaño n por m requeriremos $X*Y*n*m$ multiplicaciones y adiciones. Así una gráfica de 512 por 512 con un núcleo de 3 por 3 tendremos $2^359.296$ operaciones de multiplicación y adición.

En la detección de límites podemos usar el método Laplaciano. Este es llamado así debido a que su transformación se aproxima al operador Laplaciano utilizado en las matemáticas y electrónica. Este tipo de operación es muy utilizado en aplicaciones de visión máquina. Recordemos entonces que el Laplaciano de una función $f(x,y)$ es

$$L(f(x,y)) = d^2f/dx^2 + d^2f/dy^2$$

donde d^2f/dx^2 es la segunda derivada parcial de f con respecto a x y d^2f/dy^2 es la segunda derivada parcial de f con respecto a y . Para funciones discretas, la segunda derivada parcial puede ser aproximada por

$$d^2f/dx^2 = f(x+1) - 2*f(x) + f(x-1)$$

y

$$d^2f/dy^2 = f(y+1) - 2*f(y) + f(y-1)$$

El Laplaciano puede entonces ser aproximado por :

$$L(f(x,y)) = f(x+1,y)+f(x-1,y)+f(x,y+1)+f(x,y-1)-4*f(x,y)$$

Este resultado puede ser expresado como un núcleo de convolución que involucra a $f(x,y)$. El núcleo será entonces:

$$p(x,y) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

1.5.3 Procesos de conjunto.

Cuando usamos más de una imagen podemos obtener resultados por la comparación entre ellas. Algunas de las operaciones que se usan en este tipo de procesamiento son fundamentadas en el siguiente tipo de funciones: And, Or, Xor, Adición, Sustracción, Multiplicación, División, Promedio, Máximo Valor, Mínimo Valor y Sobreposición.

Para entender el uso de las funciones lógicas

utilizadas, explicaremos el empleo de la función de combinación And. La función And es usada principalmente para obtener porciones de una gráfica. Primero tenemos que crear una imagen máscara tal que contenga un 1 en cada localización de pixel que será retenida y un 0 en cada localización de pixel que será cambiada a negro. Cuando la imagen original y la imagen máscara son combinadas mediante la función And, el resultado será el mismo que la imagen original en aquellas posiciones donde la imagen máscara contiene un 1 y será negro cuando contiene un 0.

Todas las funciones lógicas tendrán el uso que el desarrollador desee darles, a partir de la siguiente tabla de verdad:

Entradas		Salidas		
A	B	And	Or	Xor
0	0	0	0	0
0	1	0	1	1
1	0	0	1	1
1	1	1	1	0

Cuando dos imágenes utilizan la función de adición su resultado será tan simple como la suma de

los valores de los píxeles de ambas gráficas tomando en cuenta eso si su localización correcta. Entonces, algebraicamente

$$\text{Resultado} = \text{Valor A} + \text{Valor B}$$

donde Valor A es el valor del píxel en la imagen A y Valor B es el valor del píxel en la imagen B. El problema se puede presentar con un valor resultado de sobreflujo, en este casos se debe poner un tope al resultado que se espera.

La operación de sustracción, es semejante a la de adición, algebraicamente la podemos definir como

$$\text{Resultado} = \text{Valor A} - \text{Valor B}$$

donde Valor A es el valor del píxel en la imagen A y Valor B es el valor del píxel en la imagen B. El problema que puede resultar es obtener un valor negativo en el nuevo píxel; pero como cantidades negativas no pueden ser mostradas estas serán convertidas a cero.

Las funciones de combinación de mínimo y máximo

valor trabajan exactamente como se podría esperar. La función de mínimo valor coloca el valor más pequeño en la imagen resultante; la función de máximo valor coloca el valor más grande en la imagen resultante.

La función promedio suma los pixeles de la imagen fuente y la imagen destino y divide el resultado para dos, colocando éste en la imagen destino. Algebraicamente puede ser definido como

$$\text{Resultado} = (\text{Valor A} + \text{Valor B}) / 2$$

donde Valor A es el valor del pixel en la imagen A y Valor B es el valor del pixel en la imagen B. Cuando esta función es usada con imágenes iguales, su resultado es una imagen con menos ruido.

La función de Sobreposición, provee esencialmente una copia directa de los pixeles de la gráfica fuente a la gráfica destino sin ninguna otra transformación.

1.5.4 Procesos geométricos.

Los procesos geométricos algunas veces dan como resultado la pérdida de la correspondencia uno a uno de los píxeles de la imagen fuente a la imagen destino. Tomando por ejemplo la escalación de imágenes: si una gráfica es amplificada, un píxel de la imagen fuente puede ser mapeado a muchos píxeles en la imagen destino. De otra manera si una gráfica es reducida, muchos píxeles de la imagen fuente tienen que ser mapeados a un píxel en la imagen destino. Sin una correspondencia uno a uno entre píxeles fuente y destino no se puede garantizar que un píxel fuente será mapeado dentro de todos y cada uno de los píxeles destino. Cuando sucede esto habrán píxeles destino que no tengan valor, lo cual producirá un vacío en la imagen destino. Como se podría esperar, estos vacíos no mejoran la apariencia de la imagen destino, de hecho es generalmente no usable. Para prevenir la ocurrencia de estos vacíos, las transformaciones geométricas generalmente emplean mapeo opuesto, donde se calcula vía la transformación diseñada qué píxeles de la imagen fuente estarán involucrados en producir el píxel en la imagen destino. De esta manera la cobertura completa de la imagen destino es garantizada.

Cuando se calcula el valor del pixel de la imagen fuente, podemos obtener direcciones fraccionales del pixel. Las direcciones fraccionales son una idea matemática que no tienen una analogía física. Para distribuir estas direcciones fraccionales el concepto de interpolación puede ser empleado, así como la aproximación de vecindad cercana. Procederemos a desarrollar las fórmulas empleadas en la aproximación de vecindad cercana según el gráfico No. 5.

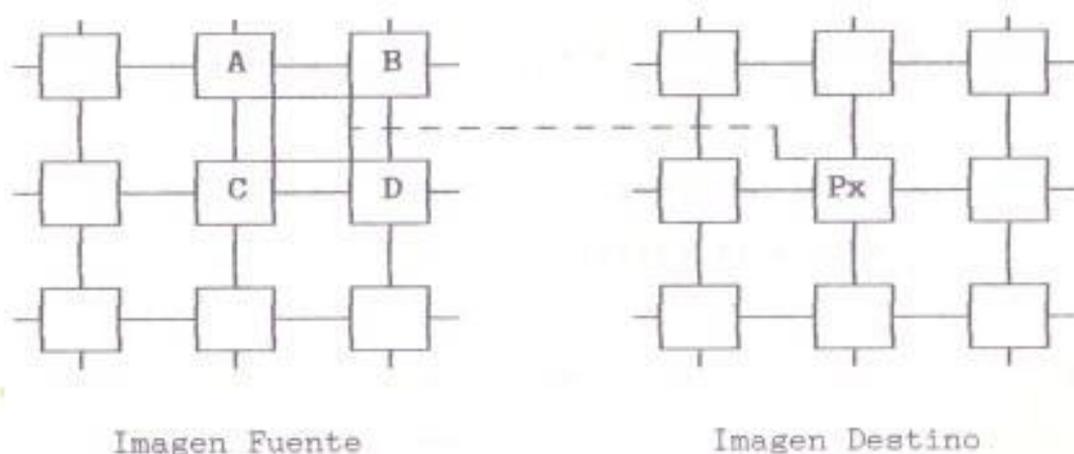


Figura 5

Para obtener un valor interpolado para el pixel de interés en la imagen destino, 3 interpolaciones deben ser desarrolladas. Ellas son: las contribuciones de los píxeles A y B, la contribución

para los pixeles C y D, y la contribución de AB y CD. Estas 3 interpolaciones son necesarias ya que estamos trabajando en dos dimensiones. La distancia de cada uno de los pixeles en la vecindad debe ser conocida. Para nuestro propósito, estas distancias serán referidas como filas y columnas deltas. En otras palabras la columna delta es la dirección fraccional de la columna de el pixel Px menos la dirección entera de la columna del pixel A. La fila delta es definida de la misma manera. Algebraicamente las filas serán :

$$\begin{aligned} \text{ColDelta} &= \text{Fraccional Dirección columna Px} - \\ &\quad \text{Dirección entera columna pixel A.} \\ \text{FilDelta} &= \text{Fraccional Dirección fila Px} - \\ &\quad \text{Dirección entera fila pixel A.} \end{aligned}$$

Con estas distancias calculadas las 3 interpolaciones serán :

$$\begin{aligned} \text{ContribAB} &= \text{ColDelta} * (\text{intensidad B} - \text{intensidad} \\ &\quad \text{A}) + \\ &\quad \text{intensidad A} \\ \text{ContribCD} &= \text{ColDelta} * (\text{intensidad D} - \text{intensidad} \\ &\quad \text{C}) + \text{intensidad C} \end{aligned}$$

Por lo tanto:

$$Px = FilDelta * (ContribCD - ContribAB) + ContribAB$$

La interpolación es muy importante cuando las imágenes son escaladas y/o rotadas.

En el proceso de rotación geométrica una gráfica será rotada sobre su punto central con cualquier ángulo especificado. Las ecuaciones que gobiernan la transformación de la localización de un pixel de la imagen fuente a la imagen destino son:

$$x' = x * \text{Cos}(\text{ang}) + y * \text{Sen}(\text{ang})$$

$$y' = y * \text{Cos}(\text{ang}) + x * \text{Sen}(\text{ang})$$

donde x, y son las localizaciones originales del pixel; ang es el ángulo de rotación dado.

CAPITULO 2

FUNDAMENTOS TECNICOS

2.1 Fundamentos técnicos de la exhibición de imágenes utilizando la tarjeta SVGA.

Uno de los objetivos fundamentales de esta tesis es servirse de las ventajas que proporciona el modo de resolución SVGA (1024 x 768), entre los cuales podemos mencionar las siguientes:

- Uso de un mayor número de colores; lo que hace una gran diferencia, ya que con el modo habitual VGA podemos ver 16 colores al mismo tiempo, mientras que con una tarjeta SVGA tenemos una visualización de 256 colores de manera simultánea.
- Uso de una mayor cantidad de colores puros; esto quiere decir, que al intentar visualizar un color

distinto de los que tenemos en una tarjeta VGA, lo obtendremos como resultado de la combinación de los anteriores, a diferencia de lo que sucede con un adaptador SVGA en el cual se pueden utilizar 256 colores puros.

- Se pueden crear aplicaciones gráficas, en donde se requieran tomas de más realismo o la utilización de colores verdaderos.
- Aprovechar una mayor resolución, con el fin de tener un espacio mayor de trabajo o despliegue.
- En nuestro caso particular, poder mostrar imágenes con un tamaño superior a 512 x 512 píxeles, y abarcar de esta manera una extensión mayor en la toma de las muestras a exhibirse.
- Poder mostrar porciones de la gráfica con un detalle superior al habitual.
- Tener acceso a las técnicas de teledetección y procesamiento de imágenes, con microcomputadores comunes y tarjetas de video de bajo costo, pero con una gran resolución.

2.2 Estructura de las imágenes multiespectrales.

El tema de esta tesis es "Exhibición de imágenes multiespectrales con una tarjeta SVGA", en este punto conviene aclarar entonces la conformación de una gráfica multiespectral, y el porqué de su nombre.

Una imagen digital es un arreglo bidimensional compuesto por n filas y m columnas. Una escena puede estar conformada por varias imágenes; cuando las imágenes corresponden a respuestas de distintas bandas del espectro electromagnético se le denomina imagen multiespectral y su representación se la realiza en tres dimensiones, como se presenta en la figura No. 6.

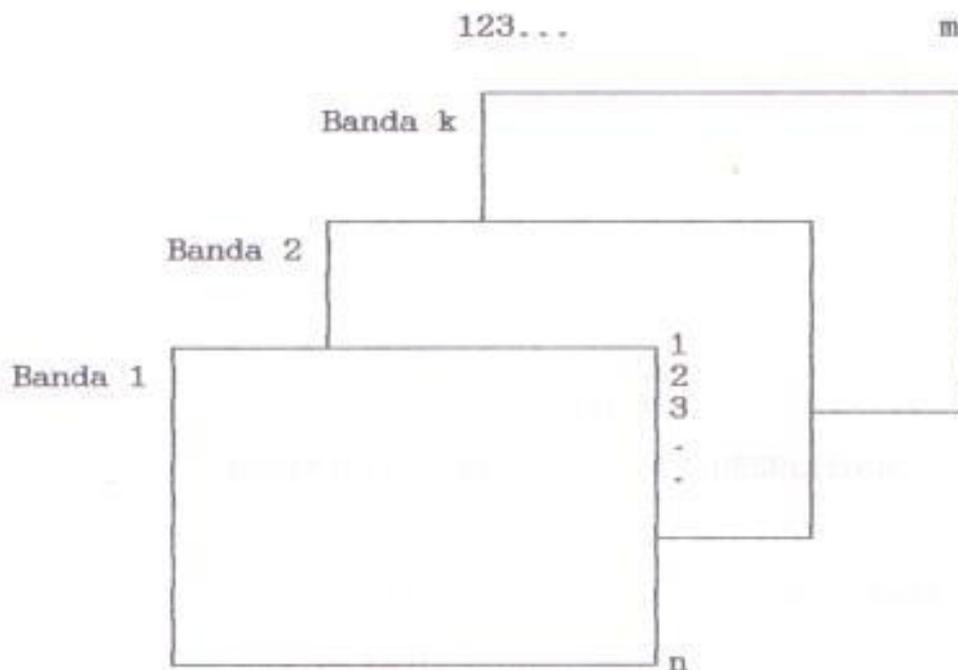


Figura 6

donde

- k corresponde al número de bandas
- m corresponde al número de columnas de la banda
- n corresponde al número de filas de la banda

Los píxeles de las imágenes representan datos, y estos son niveles digitales, de los cuales no se puede extraer directamente información, concerniente a los elementos de interés que cubren la superficie de la tierra; por esto es necesario someter a estas imágenes a procedimientos visuales y automatizados, que nos permitan obtener respuestas en las múltiples aplicaciones a que ellas pueden ser sometidas.

CAPITULO 3

DEFINICION DEL MODULO DE DESPLIEGUE

La interpretación visual o automatizada de una escena se convierte en una de las operaciones primordiales en un sistema de procesamiento de imágenes, y esta consiste precisamente en la exhibición o despliegue de los datos que describen un suceso.

Nuestra investigación se centra en el hecho de usar microcomputadores comunes con adaptadores de video de bajo costo como la tarjeta gráfica SVGA; en donde el sistema de asignación de grises y colores se realiza a través de paletas diseñadas de acuerdo, a la clase de los datos y los resultados esperados.

Los datos digitales de interés provienen de los sensores del barredor multiespectral del satélite Landsat, y se almacenan en archivos con formato ASCII.

Nuestro módulo de despliegue debe ser capaz de leer los datos almacenados en el formato mencionado anteriormente, para luego convertirlos en datos numéricos que representarán los índices de las paletas (grises y colores).

Este módulo debe tener un diseño tal que permita al usuario escoger el modo de despliegue de las imágenes, es decir, elegir la exhibición en grises, una banda y tres bandas en color. Para mostrar las imágenes en tonos de grises se necesita crear una paleta con 256 niveles de grises; para hacerlo en una o tres bandas en color se requiere crear una paleta con 256 niveles de color, correspondientes en todos los casos al rango de los datos satelitarios.

3.1 Despliegue en grises

Cuando el usuario escoge desplegar una imagen en niveles de grises, la primera acción a realizar es la creación de una paleta con tonalidades grises. Posteriormente se permite escoger de la escena la banda o archivo de imagen con la que se quiere trabajar. Luego se procede a la lectura del archivo fuente en formato ASCII, en donde se obtendrán los índices de la paleta. Cada

índice representará a un nivel de gris en particular, que luego será asignado a un pixel y posteriormente será desplegado en la pantalla hasta formar una imagen.

Al concluir el despliegue de la escena en tonos de gris, la paleta seguirá estando activa, por cuanto se puede escoger realizar algún tipo de procesamiento de imágenes.

En el momento de limpiar la pantalla con la gráfica ya desplegada, y luego de haber realizado algún tipo de procesamiento, se desactiva la paleta, con el objeto de poder crear la paleta de colores, siempre y cuando se escoja el despliegue en colores.

3.2 Despliegue en color (una banda)

Al seleccionar el despliegue en color con una sola banda, el primer paso es crear la paleta de colores con la cual se hará efectiva la exhibición de la gráfica escogida. La siguiente acción corresponde a la elección de la banda o archivo imagen que se quiere desplegar; para posteriormente leer los datos contenidos en el archivo correspondiente.

Una vez realizada la lectura de los datos correspondientes a la banda, se procede a la asignación de colores a los píxeles y su correspondiente despliegue hasta conformar la imagen respectiva.

3.3 Despliegue en color (tres bandas)

Es posible desplegar tres bandas para obtener el color compuesto de una escena, y de esta manera producir imágenes similares a las que se obtienen en los equipos dedicados a la exhibición y procesamiento de imágenes multiespectrales.

El primer paso, al igual que en los otros despliegues, es crear la paleta de colores que permitirá asignar las intensidades respectivas a los píxeles en el despliegue de la gráfica. Luego se leen los archivos de datos correspondientes a cada una de las tres bandas que se escogieron para conformar la escena.

Para mostrar la escena compuesta se necesita desplegar la primera banda en color sobre la pantalla, luego se suma a la pantalla el despliegue de la segunda banda y por último se hace con la tercera banda el mismo proceso de la segunda.

CAPITULO 4

DEFINICION DEL MODULO ZOOM DE PANTALLA

Una de las características más importantes en el sistema de exhibición de imágenes multiespectrales, es el poder examinar o analizar porciones de la imagen desplegada en la pantalla; este módulo basa su importancia en las posibles decisiones que se puedan tomar como producto del examen minucioso de una región en particular de la escena, tomando en cuenta el estudio o aplicación en que se encuentra inmersa la exhibición de imágenes.

Una vez mostrada la banda o conjuntos de bandas en la pantalla, podemos escoger realizar un zoom de la gráfica desplegada; es decir, agrandar las dimensiones de una región con el propósito de tener una mayor visión de los elementos conformantes de una escena. Esta porción de imagen puede ser seleccionada de cualquier posición de la

pantalla que se desee.

Una de las características principales que debe poseer un módulo zoom de pantalla debe ser, el poder escoger libremente la porción de imagen que se desea inspeccionar. Para esto debemos conseguir que el sistema trabaje con un dispositivo que pueda barrer la gráfica desplegada, en cualquier dirección que se desee. De esto podemos concluir que el teclado como dispositivo de selección de porciones de imágenes es muy limitado, ya que sólo nos permite mover en dos direcciones distintas.

El módulo zoom de pantalla, por lo anteriormente expuesto, deberá trabajar directamente con un dispositivo como el mouse, ya que gracias a su conformación física y maniobrabilidad se puede hacer un barrido de la imagen con mucha precisión.

Para escoger una porción de la escena y ampliarla, se presiona uno de los botones del mouse e inmediatamente deberá aparecer un detalle indicativo que permita certificar que la región de trabajo escogida es la correcta. Para facilitar la comprensión del usuario se podrá utilizar un cuadro de bordes blancos como medio para señalar esta fracción de pantalla. Una vez escogida

la región de estudio, podremos aumentar las dimensiones de la misma al continuar presionando la botonera de selección del mouse. Debemos poder también disminuir el tamaño de la región a investigar para lo cual haremos uso de otro de los botones del mouse. Ambas opciones deben tener un límite, por razones obvias de espacio de pantalla donde se mostrará el zoom a realizarse.

En el momento que se defina la dimensión correcta de la fracción de imagen que se expondrá a los efectos del zoom, deberemos hacer un doble "click" de la botonera de selección del mouse, para de esta manera poder observar en una región destinada al zoom, los beneficios de aumentar las dimensiones de una región de la gráfica escogida.

Este módulo al finalizar su función tendrá que dejar limpia la porción de pantalla utilizada al realizar el zoom, por razones de optimización de memoria y estética del sistema.

CAPITULO 5

DEFINICION DEL MODULO DE PROCESAMIENTO DE IMAGENES

En este punto vale hacer una aclaración, el procesamiento que se incluye va destinado preferentemente a la exhibición de las imágenes en tonalidades de grises, ya que es aquí en donde se podrá observar el mayor impacto visual en lo que a procesamiento se refiere.

La función principal de cualquier módulo de procesamiento de imágenes, es analizar, interpretar y modificar con una computadora imágenes digitalizadas. En nuestro caso las funciones incluidas son para aclarar una imagen, obscurecerla o aumentar su contraste.

5.1 Abrillantar una imagen

Este submódulo trata directamente sobre los valores de los pixeles mostrados en la pantalla para una imagen

en particular. Lo primero que se hace es examinar el valor de un pixel uno a uno sobre la pantalla; en este proceso de inspección se va aumentando el valor de un pixel sumando una constante a su valor original y luego se busca dentro de la paleta de trabajo el índice al color más cercano del pixel retocado, con esto obtenemos un nuevo color que forma parte de la misma paleta original de la aplicación. Como paso final se dibuja el pixel sobre la pantalla obteniendo de esta manera una gráfica más clara.

5.2 Obscurecer una imagen

El proceso de obscurecimiento de una imagen es muy parecido al tratamiento desarrollado para aclarar una escena. Como primer paso, se leen los valores de los pixeles uno a uno, en el transcurso de este sondeo se rebaja el valor original del pixel en una constante, obteniéndose un pixel transformado; acto seguido se obtiene el índice del valor más cercano del pixel modificado, obteniendo un nuevo valor para el pixel en la paleta utilizada. Como paso final se redibuja el pixel sobre la pantalla, logrando una imagen más oscura que la original.

5.3 Aumento del contraste de una imagen

En lo que aumento de contraste se refiere, podemos explicar que se trata de mejorar la apariencia visual de una gráfica ajustando los valores de sus píxeles. Muchas imágenes tienen pocos negros y pocos blancos, pero muchos grises medios; para aumentar el contraste de una imagen, lo podemos hacer, aumentando solamente sus valores claros que se encuentren sobre un porcentaje de gris, rebajando sus valores oscuros cuyos valores se hallen bajo el mismo porcentaje de gris.

El proceso se divide entonces en dos partes, teniendo como objetivo que el usuario pueda manejar el contraste a su conveniencia. El tratamiento a aplicarse es en teoría el mismo que se desarrolla en las dos secciones anteriores, con una diferencia; el aumento o disminución de los valores de los píxeles depende del porcentaje de gris que tengan los mismos.

CAPITULO 6

REQUERIMIENTOS

Este capítulo trata de los requerimientos necesarios del sistema, desde el punto de vista del hardware y el software para su correcto funcionamiento. Como idea general podemos decir que el sistema creado en la presente tesis debe estar en capacidad de exhibir las imágenes tomadas por los satélites, aplicar procesamiento de imágenes, y hacer un zoom de la pantalla.

6.1 Requerimientos funcionales de los módulos

6.1.1 Despliegue de datos

Es necesario desplegar los datos formadores de imágenes (valores de los píxeles) en la pantalla en niveles de grises o colores, con una resolución de pantalla SVGA (1024 x 768) y con un despliegue de

255 valores de pixeles al mismo tiempo. Debe entonces cumplirse con los siguientes requerimientos:

- Seleccionar el despliegue: en grises o colores.

6.1.2 Despliegue en niveles de grises

En niveles de grises se puede desplegar una sola banda a la vez; por lo tanto este módulo debe cumplir con los siguientes requerimientos :

- Seleccionar la banda a desplegarse requerida por el usuario.
- Crear la paleta de grises adecuada para la exhibición de las imágenes.
- Asignar a cada pixel el nivel de gris que le corresponde.
- Desplegar la imagen en la pantalla.

6.1.3 Despliegue de una banda en color

En color se pueden desplegar en una pantalla, una o tres bandas. Para el despliegue de una banda se debe satisfacer las siguientes necesidades :

- Permitir escoger de la escena la banda que desea desplegar el usuario.
- El número de colores desplegados debe ser igual al rango de datos satelitarios (0 - 255).
- Crear la paleta con 256 colores.
- Asignar a cada pixel el nivel de color que le corresponde.
- Desplegar en la pantalla la imagen en color.

6.1.4 Despliegue de tres bandas en color

En esta parte del sistema se deben poder desplegar tres bandas distintas de la escena en color, para lo cual se requiere lo siguiente :

- Se deben escoger de la escena las tres bandas a exhibirse.

- Crear la paleta con los 256 colores.
- La paleta de colores debe ser la misma para cada una de las bandas a mostrarse.
- Asignar a cada pixel el nivel de color correspondiente.
- Desplegar en la pantalla la primera banda en color.
- Sumar a la pantalla el despliegue de la segunda banda.
- Hacer con la tercera banda el mismo proceso de la segunda.

6.1.5 Zoom de pantalla

Se debe poder realizar un zoom de una parte de la gráfica desplegada, para esto se deben satisfacer las siguientes necesidades :

- Aumentar con el zoom 4 veces la parte de la imagen a desplegarse.

- Poder mover el cursor sobre la imagen hasta escoger la parte de la misma a mostrarse.
- Con el primer botón del mouse aumentar la región rectangular elegida para el despliegue.
- Con el segundo botón del mouse disminuir la región rectangular elegida para el despliegue.
- Con una doble pulsación del primer botón del mouse, desplegar la región rectangular elegida para el despliegue.
- La porción desplegada de la imagen debe mostrarse a un lado de la misma, para no interferir con el despliegue inicial de la escena.
- Tener una opción de borrar cualquier zoom de la pantalla procesado.

6.1.6 Procesamiento de imágenes

En este punto lo esencial es verificar el

impacto visual que puede dar el procesamiento de imágenes a una escena desplegada en la pantalla; para lo cual se podrá escoger entre los siguientes tipos de procesamiento :

- Abrillantar una imagen.
- Oscurecer una imagen.
- Aumento del contraste de una imagen:
- Aumentar valores claros de una imagen.
- Rebajar valores oscuros de una imagen.

6.1.7 Abrillantar una imagen

El impacto visual conseguido con este tipo de procesamiento es aclarar o abrillantar todos los valores de los píxeles de una gráfica desplegada, para lo cual se deben satisfacer los siguientes requerimientos :

- Leer los valores de los píxeles desplegados en la pantalla uno a uno.
- Aumentar en una constante los valores de los píxeles uno a uno.

- Desplegar los valores corregidos de los pixeles en la pantalla a medida que estos son leídos, para observar la transformación realizada.

6.1.8 Obscurecer una imagen

Como resultado de este proceso obtendremos una imagen más oscura, es decir todos los pixeles de la escena serán disminuidos; para esto se necesitan satisfacer las siguientes necesidades :

- Leer los valores originales de los pixeles uno a uno.
- Disminuir los valores leídos en una constante.
- Desplegar los valores corregidos de los pixeles uno a uno, a medida que se van leyendo sus valores originales; esto se lo hace con el objetivo de que el usuario pueda observar la transformación realizada.

6.1.9 Aumentar valores claros de una imagen

Este tipo de tratamiento forma parte del

procesamiento para el aumento del contraste de una imagen. Se debe cumplir con lo siguiente:

- Leer los valores de los pixeles originales uno a uno, que fueron desplegados en la pantalla.
- Seleccionar todos aquellos pixeles que estén sobre un porcentaje de gris ya definido.
- Aumentar el valor del pixel seleccionado en una constante.
- Desplegar los pixeles seleccionados en la pantalla a medida que estos son leídos, con el objeto de que se pueda ver el tratamiento aplicado a la gráfica.

6.1.10 Rebajar valores oscuros de una imagen

Este proceso al igual que el anterior, forma parte del tratamiento aplicado para aumentar el contraste de una imagen; para cumplir con esto se requiere cumplir con lo siguiente :

- Leer los valores iniciales de los pixeles desplegados en la pantalla.
- Seleccionar todos aquellos valores que estén por debajo de un porcentaje de gris definido.
- Disminuir el valor del pixel seleccionado en una constante.
- Desplegar el pixel corregido en la pantalla, a medida que su valor inicial sea leído; consiguiendo con esto verificar visualmente el tratamiento que se está aplicando.

6.2 Requerimientos operacionales de los módulos.

Nos toca analizar el sistema desde el punto de vista operacional. En este apartado daremos las normas necesarias desde el punto de vista del hardware y software para el correcto funcionamiento de la tesis desarrollada. Los requerimientos necesarios son:

- 1 Microcomputador con microprocesador 80386 o superior.

- 2 MB. de memoria RAM como mínimo.
- 1 Monitor a color SVGA (1024 x 768).
- 1 Tarjeta SVGA de 1 MB. como mínimo.
- 1 unidad de diskettes de 3 1/2 ó 5 1/4.
- 1 disco duro de 80 MB.
- Sistema Operativo DOS 5.0 o superior.
- Windows 3.0 como mínimo.
- Sistema EIM de exhibición de imágenes multiespectrales.

CAPITULO 7

DISEÑO DEL SISTEMA

Antes de poder dar un diseño del sistema, tenemos que plantearnos el problema, es decir describir el sistema y que es lo que se desea obtener.

Las imágenes con las que vamos a trabajar son enviadas por un satélite en formato ASCII. Estos archivos gráficos son almacenados en un directorio de imágenes, donde serán buscadas para trabajos posteriores.

El primer paso es escoger el modo de exhibición, es decir seleccionar entre un despliegue en grises, despliegue a una banda o despliegue a tres bandas. Cuando hemos seleccionado el modo de despliegue, asignaremos una paleta según sea el caso escogido. Si la selección es de un modo de despliegue en grises crearemos una paleta de grises; si por el contrario es de un modo de exhibición a

una banda o tres bandas, se asignará una paleta de colores. Luego de haber escogido el modo de despliegue, procederemos a seleccionar el archivo o archivos a desplegar en la pantalla. Se elegirá un archivo en el caso de que la exhibición sea en grises o una banda, y en el caso de que la alternativa fuese tres bandas se procederá a escoger 3 archivos. Una vez realizado lo anterior, se exhibirá la gráfica en la pantalla de despliegue.

Una vez desplegada la imagen tenemos la opción de realizar un zoom de pantalla, o escoger una alternativa de las presentadas en el procesamiento de imagen. En el caso de escoger el zoom de pantalla, a un lado de la gráfica desplegada se presentará un recuadro conteniendo la porción de pantalla destinada a este proceso. Si la alternativa seleccionada, es el procesamiento, se podrá escoger entre 4 distintos tipos. El procesamiento será realizado sobre la misma imagen que está desplegada en la pantalla y utilizará la misma paleta que en el despliegue previo de la escena.

Una vez que asignamos la paleta respectiva, la asignación de color o grises a los píxeles desplegados en la pantalla, dependerá de los códigos ASCII contenidos en

los archivos imagen. Cada código ASCII será un índice de la paleta, por medio del cual obtendremos un tono para el pixel.

7.1 Diseño lógico.

Para el desarrollo del diseño lógico se utilizó, un diagrama de flujo estructurado, en el cual se puede incluir alternativas de decisión; en conjunto con el algoritmo del sistema desarrollado en pseudocódigo.

Para entender mejor el pseudocódigo y el diagrama de flujo estructurado, tenemos que partir explicando algunas equivalencias utilizadas en los mismos:

- T1 : Sistema Activo.
- T2 : Despliegue.
- T3 : Despliegue en grises.
- T4 : Limpiar pantalla.
- T5 : Zoom pantalla.
- T6 : Procesamiento de imagen.
- T7 : Aclarar imagen.
- T8 : Oscurecer imagen.
- T9 : Aumentar valores claros de imagen.
- T10 : Disminuir valores oscuros de imagen.

- S1 : Escoger tipo de despliegue.
- S2 : Crear paleta de grises.
- S3 : Crear paleta de colores.
- S4 : Escoger archivo imagen.
- S5 : Asignar valores a pixeles.
- S6 : Mostrar en pantalla.
- S7 : Determinar región de pantalla.
- S8 : Aumentar dimensiones de región.
- S9 : Mostrar zoom de pantalla.
- S10 : Aumentar valores a pixeles.
- S11 : Rebajar valores a pixeles.
- S12 : Aumentar valores claros a pixeles.
- S13 : Rebajar valores oscuros a pixeles.
- S14 : Mostrar pixeles producto del procesamiento.

Empezaremos definiendo el algoritmo del sistema expresado en pseudocódigo, lo cual nos preparará para una mejor comprensión del diagrama de flujo estructurado:

```

Efectuar S1
Inicio
Mientras T1
    Mientras T2
        Efectuar S1
        Si T3 entonces
            Efectuar S2

```

Si no

Efectuar S3

Fin si

Efectuar S4

Efectuar S5

Efectuar S6

Fin mientras

Si T4 entonces

Efectuar S7

Si no

Mientras T5

Efectuar S8

Efectuar S9

Efectuar S10

Fin mientras

Mientras T6

Mientras T7

Efectuar S11

Efectuar S15

Fin mientras

Mientras T8

Efectuar S12

Efectuar S15

Fin mientras

Mientras T9

Efectuar S13
Efectuar S15
Fin mientras
Mientras T10
Efectuar S14
Efectuar S15
Fin mientras
Fin mientras
Fin si
Fin mientras

El diagrama de flujo estructurado que corresponde a la siguiente parte en el diseño lógico del sistema se mostrará en figura 7.



DIAGRAMA DE DATOS ESTRUCTURADO

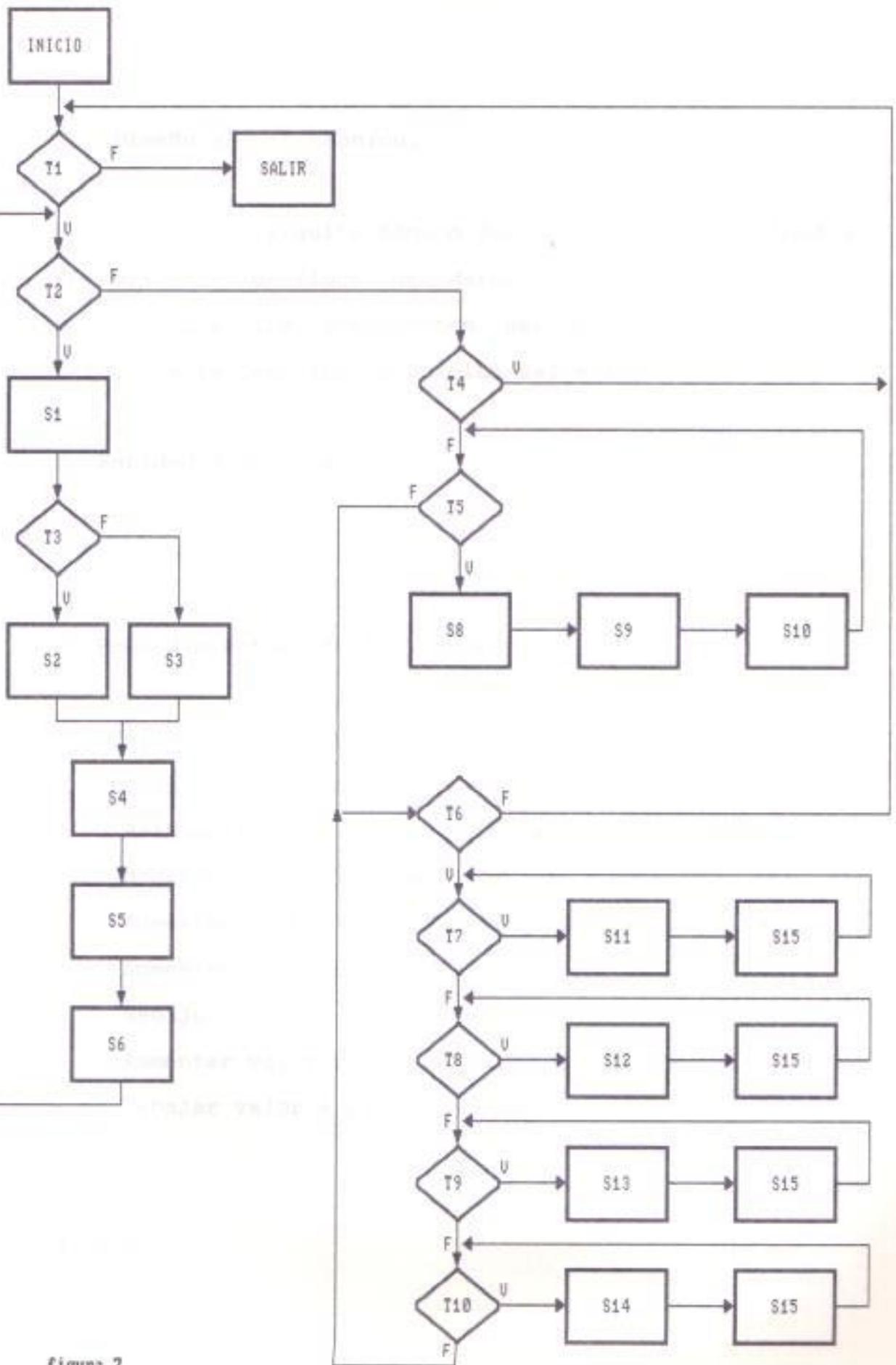


figura 7

7.2 Diseño arquitectónico.

El diseño arquitectónico fue desarrollado en base a un diagrama de flujo de datos (DFD). A continuación detallaremos los componentes del sistema hallados a partir de la descripción inicial del mismo.

1. Entidades externas.

- Satélite.

2. Procedimientos identificados.

- Recepción de archivos tipo ASCII.
- Asignación de paleta.
- Asignación de grises o color a los pixeles.
- Mostrar pixeles en pantalla.
- Aumentar dimensiones de una región de pantalla.
- Aumentar valor de pixel.
- Rebajar valor de pixel.
- Aumentar valor a pixeles claros.
- Rebajar valor a pixeles oscuros.

3. Datos.

- Almacenamiento de archivos ASCII de imagen.
- Entrada: valores ASCII de archivos imagen.
- Salida: pixeles con tonos definidos por medio de paletas.

4. Software.

- Sistema Operativo DOS 5.0 o mayor.
- Windows.
- Procesamiento de imágenes, zoom de pantalla, lectura de archivos ASCII, asignación de paletas, despliegue de imágenes.

5. Hardware.

- Microcomputador con procesador 80386 o superior.
- Almacenamiento externo (disco duro).
- Dispositivos de entrada (MOUSE o teclado).
- Dispositivo de salida (Monitor a colores).

Seguido pasaremos a explicar los pasos dados en la construcción de este DFD.

- El satélite entrega un archivo tipo ASCII de imagen gráfica.

- Los archivos son recibidos y almacenados en un directorio de archivos imágenes.
- Al escoger un modo de despliegue, seleccionamos la paleta de grises o colores con la que se desplegará la gráfica en la pantalla.
- Acto seguido es escoge el archivo o archivos imagen a exhibirse. Aquí asignamos entonces la intensidad de los píxeles en tonalidades de grises o colores, según tengamos el caso de despliegue en grises, una banda o tres bandas.
- Los píxeles son mostrados en el dispositivo de salida o monitor a color.
- Obtenemos entonces la alternativa entre procesamiento y zoom de pantalla, para lo cual se reciben como datos píxeles de la imagen en total o de una región de pantalla.
- Al recibir una región de la pantalla, procedemos a realizar un zoom, aumentando las dimensiones de la región recibida.

- En la alternativa del procesamiento, tomamos la imagen completa que se muestra en la pantalla, analizando pixel a pixel, extrayendo su tono de gris o color.
- Podemos entonces, aumentar, rebajar la intensidad o cambiar el contraste de los valores de tonalidad de la imagen.
- Una vez transformados los valores de los pixeles de la gráfica, procedemos a proyectarlos en la pantalla, para su análisis posterior.

Para una mejor comprensión de lo explicado anteriormente, adjunto se encuentra el diagrama de flujo de datos del sistema en la figura No. 8.



DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS

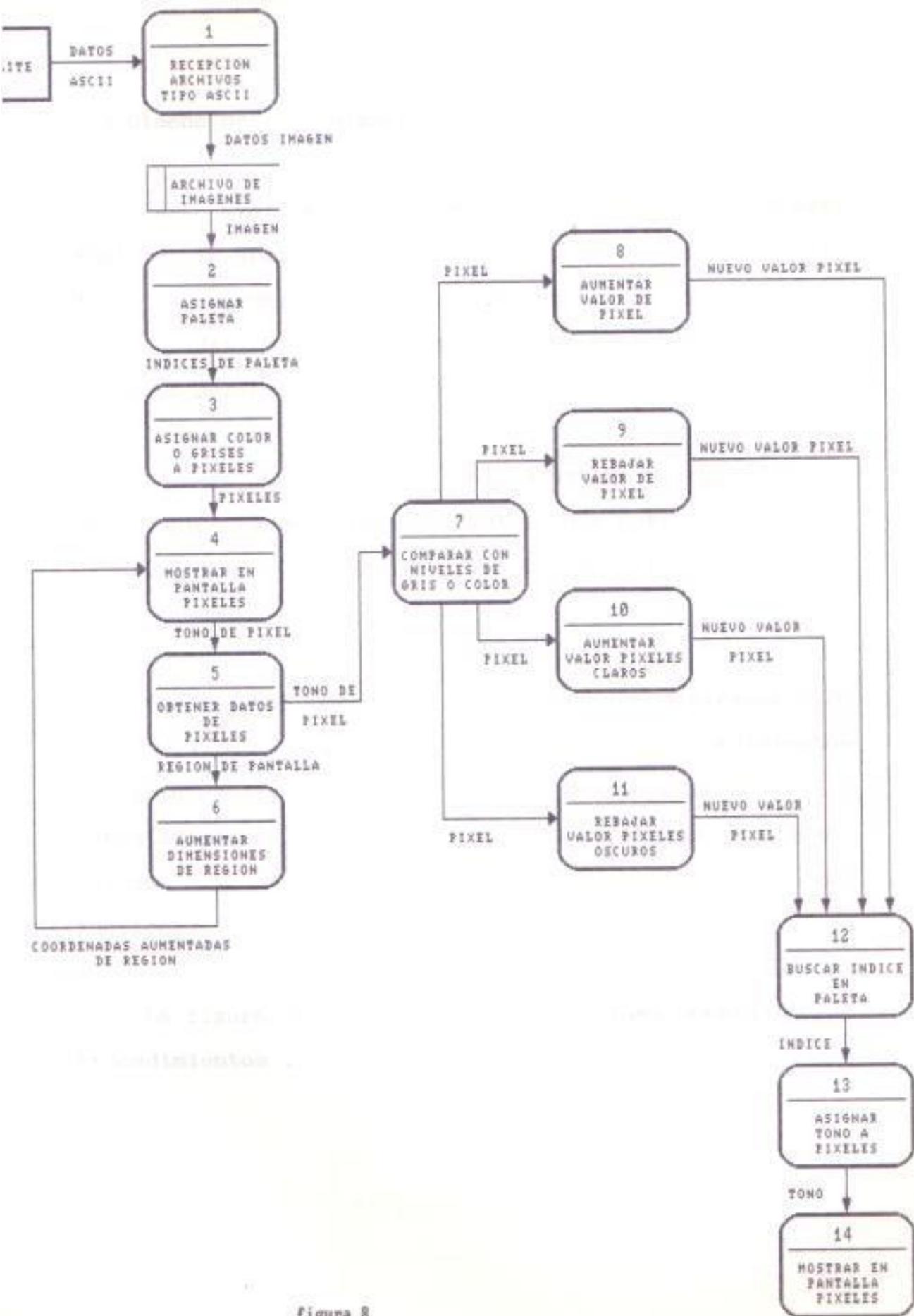


figura 8

7.3 Diseño de Procedimientos.

Para explicar los procedimientos necesarios en este sistema, se aplicaron tablas visuales de contenido tipo HIPO (Hierarchy Input Process Output), donde se definen las entradas y salidas de los procesos, junto a un diagrama jerárquico de los mismos.

Primero se definirá el diagrama jerárquico de procedimientos del sistema, junto a una notación en donde detallaremos el nombre del procedimiento y una breve explicación.

En segundo lugar, se describirán los diagramas HIPO de detalle para cada uno de los procedimientos integrantes del diagrama jerárquico de procedimientos. En estos diagramas de detalle se definirán las entradas, salidas y breves algoritmos explicativos de sus funciones.

La figura No. 9 muestra el Diagrama Jerárquico de Procedimientos :

DIAGRAMA JERARQUICO DE PROCEDIMIENTOS

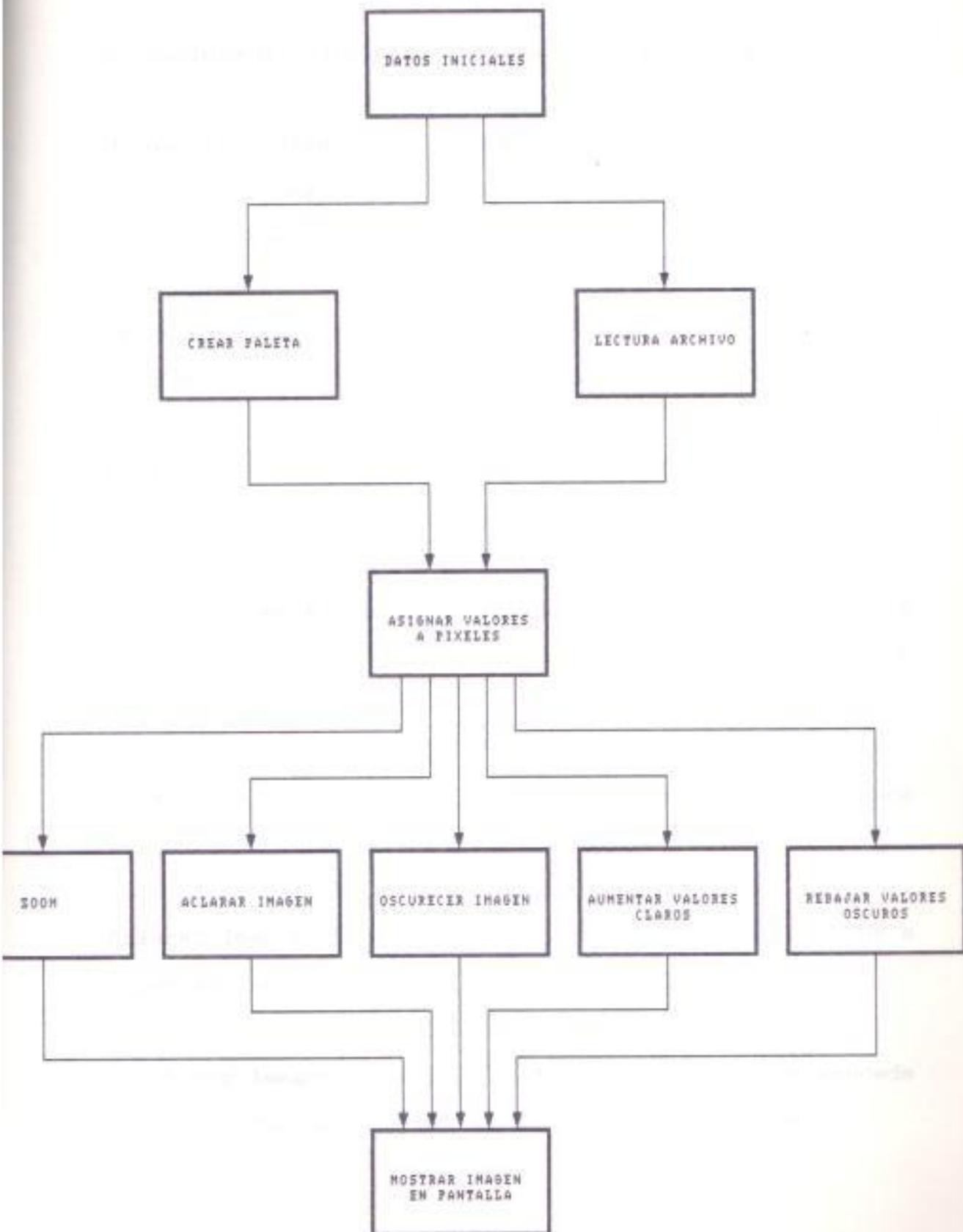


figura 9

Contenidos del Diagrama Jerárquico de Procedimientos.-

Datos Iniciales.- Se obtienen datos, como modo de despliegue (una banda, tres bandas, grises) y nombre de archivo imagen a mostrar.

Crear paleta.- Crea la paleta de trabajo de acuerdo al dato inicial del modo de despliegue.

Lectura archivo.- Con el nombre especificado inicial se lee el archivo imagen, para su posterior despliegue.

Asignación de valores a pixeles.- Se muestran los pixeles en la pantalla, de acuerdo al archivo imagen y al modo de despliegue.

Zoom.- Con la gráfica desplegada, se selecciona una región, a la cual se le aumentan las dimensiones.

Aclarar Imagen.- Con la gráfica desplegada, se procede a aumentar los valores de los pixeles de la imagen.

Oscurecer imagen.- Con la gráfica desplegada, se procede a rebajar los valores de los pixeles de la imagen.

Aumentar valores claros de la imagen.- Con la gráfica desplegada, se procede a aumentar solamente los valores claros de la imagen, aumentando de esta manera el contraste de la misma.

Rebajar valores oscuros de la imagen.- Con la gráfica desplegada, se procede a rebajar solamente los valores oscuros de la imagen, aumentando su contraste.

Mostrar en pantalla.- Se procede a mostrar en pantalla, la imagen o porción de imagen transformada por los siguientes procesos : Zoom, Aclarar imagen, Oscurecer imagen, Aumentar valores claros de la imagen, Rebajar valores oscuros de la imagen.

El siguiente paso será describir los diagramas HIPO de detalle.

Datos Iniciales.-

Para : Crear paleta.

Lectura de archivo.

Salida : Nombre de archivo(s), modo de despliegue.

Proceso : Obtener modo de despliegue.

Obtener nombre de archivo.

Crear Paleta.-

De : Datos Iniciales.

Para : Asignación de valores a pixeles.

Entrada : Modo de despliegue.

Salida : Indices de paleta.

Despliegue en pantalla.

Proceso : Si despliegue en grises

crear paleta de tonos grises

Fin si

Si despliegue una banda o tres bandas

crear paleta de 256 colores

Fin si

Lectura de archivo.-

De : Datos Iniciales.

Para : Asignación de valores a pixeles.

Entrada : Nombre de archivo(s).

Salida : Valores ASCII del archivo(s).

Proceso : Setear modo de lectura a binario.

Leer archivo(s) ASCII.

Asignación de valores a pixeles.-

De : Crear Paleta.

Lectura de archivo.

Para : Zoom.

Aclarar imagen.

Oscurecer imagen.

Aumentar valores claros de la imagen.

Rebajar valores oscuros de la imagen.

Entrada : Indices de paleta.

Valores ASCII de archivo(s).

Salida : Valores de pixeles de imagen y despliegue.

Proceso : Mientras no EOF

 índice = valor ASCII

 pixel = paleta(índice)

Fin mientras

Zoom.-

De : Asignación de valores a pixeles.

Para : Mostrar en pantalla.

Entrada : Imagen desplegada (valores de pixeles).

Salida : Dimensiones aumentadas de región escogida.

Proceso : Escoger región para zoom.

 Aumentar región a un valor fijo escalable.

Aclarar Imagen.-

De : Asignación de valores a pixeles.

Para : Mostrar en pantalla.

Entrada : Imagen desplegada (valores de pixeles).

Salida : Nuevos valores de pixeles.

Proceso : Obtener dimensiones de imagen en pantalla.

Mientras dimensiones imagen

Leer valor pixel

valor pixel = valor pixel + constante

Obtener índice para valor pixel

valor real pixel = paleta(índice)

Fin mientras

Oscurecer imagen.-

De : Asignación de valores a píxeles.

Para : Mostrar en pantalla.

Entrada : Imagen desplegada (valores de píxeles).

Salida : Nuevos valores de píxeles.

Proceso : Obtener dimensiones de imagen en pantalla.

Mientras dimensiones imagen

Leer valor pixel

valor pixel = valor pixel - constante

Obtener índice para valor pixel

valor real pixel = paleta(índice)

Fin mientras

Aumentar valores claros de la imagen.-

De : Asignación de valores a píxeles.

Para : Mostrar en pantalla.

Entrada : Imagen desplegada (valores de píxeles).

Salida : Nuevos valores de pixeles.

Proceso : Obtener dimensiones de imagen en pantalla.

Mientras dimensiones imagen

Leer valor pixel

Si valor pixel > valor límite

valor = valor + constante

Obtener índice para valor pixel

valor real pixel = paleta(indice)

Fin si

Fin mientras

Rebajar valores oscuros de la imagen.-

De : Asignación de valores a pixeles.

Para : Mostrar en pantalla.

Entrada : Imagen desplegada (valores de pixeles).

Salida : Nuevos valores de pixeles.

Proceso : Obtener dimensiones de imagen en pantalla.

Mientras dimensiones imagen

Leer valor pixel

Si valor pixel < valor límite

valor = valor - constante

Obtener índice para valor pixel

valor real pixel = paleta(indice)

Fin si

Fin mientras

Mostrar en pantalla.-

De : Zoom.

Aclarar imagen.

Oscurecer imagen.

Aumentar valores claros de la imagen.

Rebajar valores oscuros de la imagen.

Entrada : Región de pantalla.

Nuevos valores de pixeles.

Salida : Despliegue en pantalla.

Proceso : Si región de pantalla

Desplegar zoom hacia la derecha de la
imagen.

Fin si

Si nuevos valores pixeles

Desplegar nuevos valores pixeles
sobre imagen original.

Fin si

CAPITULO 8

IMPLANTACION, PRUEBAS Y RESULTADO

8.1 Implantación.

Luego del desarrollo del sistema EIM para exhibición de imágenes multiespectrales y procesamiento de las mismas, se procedió a la fase de implantación del sistema, para lo cual se realizaron las siguientes tareas:

- Instalación del Sistema Operativo DOS 5.0 o mayor.
- Creación de un directorio que contendrá específicamente los archivos de imágenes enviados.
- Instalación de Windows 3.1 para la ejecución del sistema EIM.

- Creación de un icono, el cual se activará automáticamente al momento de llamar a Windows, y nos pondrá en el ambiente del sistema EIM.
- Setear el modo de trabajo en Windows a 1024 x 768 256 colores, para no estarlo cambiando cada vez que se llame a Windows.
- Copiar el archivo EIM.EXE al disco duro, para que pueda ser llamado por Windows.

8.2 Pruebas.

Las pruebas a las que fue sometido el sistema, nos indicaron el correcto funcionamiento del mismo, además de realizar cálculos de tiempo en cada uno de los procesos importantes para comprobar su velocidad de respuesta. Las pruebas desarrolladas son:

- Para verificar que se respete la lógica correcta en la llamada a los procedimientos del sistema, se procedió a intentar seleccionar un archivo sin haber escogido previamente el modo de despliegue, lo cual no se pudo hacer, obteniendo un mensaje de error.

- En la misma tónica anterior, se procedió a intentar el despliegue sin haber seleccionado el modo de despliegue y el nombre del archivo, como resultado se recibió un mensaje de error y el no permitir ejecutar la acción.

- En la selección del nombre del archivo para desplegar, sólo permite aquellos que se encuentren con la extensión .ima.

- La selección del modo de despliegue, es decir la creación de la paleta, se la confirmó desplegando los diferentes archivos imagen suministrados con el sistema. Cuando se seleccionó el despliegue en grises se muestra la gráfica en tonos de grises. Cuando se seleccionó el despliegue de una banda o tres bandas, se mostró la imagen o escena con la paleta de 256 colores.

- Todos los archivos imagen pudieron ser desplegados, pero solamente si son leídos en modo binario: de lo contrario no todos podrán ser exhibidos.

- Cuando se trabaja con tres bandas, se verifica la mezcla de imágenes, produciendo una escena compuesta

en una gama de 256 colores.

- El procesamiento de imagen se lo probó en los tres modos de despliegue, comprobándose el aumento de contraste, el abrillantamiento y oscurecimiento de las imágenes.
- Se comprobó que el sistema trabaja satisfactoriamente en un micro equipado con 2 MB de RAM, pero se alcanza un punto de saturación de la memoria al intentar realizar demasiados zoom de pantalla.
- El uso de los botones izquierdo y derecho del mouse es verificado en el zoom de pantalla, con el izquierdo se aumentó correctamente la región a seleccionarse; con el derecho se decrementó de la misma manera la zona a seleccionarse.
- El uso del doble click para seleccionar una región en el zoom de pantalla, debió ser ajustado a un tiempo correcto ya que al inicio era demasiado rápido y el sistema no lograba captarlo; por otro lado un tiempo demasiado lento puede ser confundido con 2 clicks normales consecutivos de aumento de la

región del zoom.

- El sistema también puede trabajar en el modo SVGA 640 x 480 256 colores con un ligera falla como era de esperarse, ya que no presenta la gráfica completa de 512 x 512 pixeles. El resto de funciones se condujeron correctamente.

- Para efectos de verificar la eficiencia del sistema en cuanto a velocidad, se tomaron muestras de tiempo en los diferentes procesos desarrollados. El tiempo tomado para desplegar una gráfica en grises, contando la lectura del archivo y su asignación de valores en los pixeles conformantes de la escena es aproximadamente 1:35 minutos. El tiempo que se toma en desplegar una escena con un modo de despliegue a tres bandas, es decir leer 3 archivos distintos de imágenes y las correspondientes asignaciones de pixeles y sus combinaciones es de 4:45 minutos aproximadamente. El tiempo para realizar el procesamiento de abrillantamiento de la imagen, contando la lectura de los pixeles en la pantalla y la asignación de los nuevos valores para los pixeles es de 2:30 minutos. El tiempo tomado para oscurecer una imagen con las mismas consideraciones anteriores

es de 3:15 minutos. El tiempo para procesar una gráfica con un despliegue a tres bandas tomando en consideración la lectura de los píxeles desplegados y el cálculo de sus nuevos valores de la paleta de 156 colores es de aproximadamente 14:45 minutos. Todo esto lleva a pensar que el sistema tiene tiempos que se pueden considerarse normales, en un ambiente conformado por un procesador 386 de 20 Mhz y 2MB de memoria RAM.

8.3 Resultados.

Al aplicarse el sistema EIM de exhibición de imágenes multiespectrales a los archivos cedidos por el Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN), se obtuvieron los resultados esperados, es decir se pudo desplegar las imágenes en el modo SVGA a 1024 x 768 con 256 colores, y se pudo efectuar el zoom de pantalla sin ningún problema. Con esto estaba cumplido el objetivo primario de esta tesis, trabajar en modo SVGA con las imágenes enviadas por satélite.

La segunda meta que se originó del desarrollo de esta tesis, fue la aplicación del procesamiento a las

imágenes multiespectrales desplegadas. En este punto se pudo observar que el impacto visual más importante lo ofrecieron los despliegues en grises, ya que en estos se verifica de mejor manera el aumento del contraste al aplicar el procesamiento de imágenes.

Como resultado global, se comprobaron las bondades que ofrece el sistema al trabajar en modo SVGA, y la aplicación del procesamiento de imágenes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

Luego de haber realizado las pruebas correspondientes y haber analizado los resultados, se puede concluir que :

- 1.- El sistema desarrollado para mostrar las imágenes multiespectrales en una resolución mayor como es la SVGA y con un equipo de bajo costo como un microcomputador, es un modo efectivo de investigación, ya sea por su velocidad de procesamiento, o su alta resolución, y su accesibilidad por todo el mundo.
- 2.- Se puede esperar como producto de este trabajo, que las Universidades y Escuelas Politécnicas y aún los

Institutos Técnicos, puedan emprender trabajos tanto en la investigación de nuevos recursos técnicos para mejorar los resultados aquí obtenidos, como en el análisis de imágenes en áreas particulares de la ciencia. Con esto se puede formar un grupo de profesionales que entren de lleno en el área de la investigación de nuestros recursos naturales y así poder explotar racionalmente los mismos; y aún poder prevenir tantos desastres que agobian en la actualidad a nuestros pueblos.

- 3.- Con la investigación masiva en este tipo proyectos, nuestros Centros de Investigación Superior pueden entrar a competir de una manera franca con sociedades técnicamente más desarrolladas y si es posible poder convertirnos en exportadores de software especializado en diversas áreas.

Recomendaciones.

Debido al trabajo aquí desarrollado como recomendaciones podemos emitir las siguientes:

- 1.- Se podría aplicar a este sistema una resolución mayor, tomando como alternativa los nuevos monitores

y tarjetas de video.

- 2.- Aumentar los tipos de procesamiento de imágenes, como por ejemplo detección de límites, supresión de niebla, filtrado de ruido, etc.
- 3.- Realizar aplicaciones dirigidas, es decir entrar en el análisis de temas tales como recursos pesqueros, cartografía, agricultura, etc.
- 4.- Introducir análisis estadístico, donde unidades elementales pueden ser agrupadas en estratos y obtener detalles de muestreo en aplicaciones dirigidas.
- 5.- Migrar el sistema a un computador más potente, por ejemplo un pentium con una velocidad mayor a 66 Mhz y por lo menos 8 MB en RAM, con lo cual tendremos tiempos de proceso mucho menores.

B I B L I O G R A F I A

1. CRAIG A. LINDLEY, Practical Image Processing en C, John Wiley & Sons, Inc. 1991.
2. MARC J. ROCHKIND, Avanced C Programming For Display, Prentice Hall, 1991.
3. SHARAM HEKMAT POUR, C++ Guía para programación, Prentice Hall, 1991.
4. HERBERT SCHILDT, Aplique Turbo C++, Mc Graw Hill, 1991.
5. HERBERT SCHILDT, Programación en Turbo C, Mc Graw Hill, 1991.
6. JAMES W. McCORD, Borland C++ Programmer's Guide to Graphics, SAMS, 1991.
7. LEE ADAMS, Programación avanzada de gráficos en C para Windows, Mc Graw Hill, 1993.
8. RICHARD FAIRLEY, Ingeniería de Software, Mc Graw Hill, 1987.