

PUBLICIDAD

Director Comercial
Miguel Angel Lapeña Martínez
María Auxiliadora, 5 - 28040 Madrid
Tel: 450 88 37 - Fax: 450 94 29

Delegación Cataluña
Rosa Tudón Nebot
Avda. Diagonal, 512. 3º 2, 08006 Barcelona
Tel: 415 02 22 - Fax: 415 52 17

Administración y Suscripciones
María Auxiliadora, 5 - 28040 Madrid.
Tel: 450 88 37 - Fax: 450 94 29

Miller Freeman
A United News & Media company

Miller Freeman, S.A. edita:
Potencia, Canteras y Explotaciones, Eurofach
Electrónica, Instelec, Impremprés, Envasprés, Rotación,
Sernaval, Mecanipel, Tecnogarden, Campitur.

Dirección General
Juan Carlos López-Hermoso Agius

Adjunta a Dirección
Isabel Mesonero Peña

Director de Circulación
Javier Cano Rivera

Dirección Administrativa
Carmen Pérez Tejerizo

Delegado Zona Cataluña
Alberto Bolós

Fotocomposición:
Miller Freeman, S.A.

Impresión
Publigraphis, S.A.

Precio del ejemplar
1.300 ptas. (España) (IVA incluido)

APP
Asociación
de Prensa Profesional

APP
Asociación
de Prensa Profesional

Publicación controlada
por la OJD



Prohibida la reproducción total o parcial de artículos
aparecidos en EUROFACH ELECTRONICA sin previa
autorización por escrito. En el caso de ser autorizada la
reproducción deberá indicarse claramente la fecha y
número en que apareció, así como el nombre de nuestra
publicación.

S U M A R I O

Año XXI - Octubre 1.997 - Nº. 255

5 Editorial

6 Noticias

16 Nuevos Productos

54 Microelectrónica

Control de una UART con la
familia de micros 78K0.
NEC (VENCO ELECTRÓNICA)

60 Instrumentación

Oscilador en cámara
termostática de alta estabilidad.
FLUKE IBÉRICA

62 Equipo automático de prueba de atenuación y pérdida óptica de retorno. EXFO (TEST INGENIERÍA)

66 HP Infinium. Osciloscopios de altas prestaciones de manejo muy sencillo e intuitivo.

70 Instrumentación

Mantenimiento de móviles
GSM, PCN y PCS en un equipo
de prueba. REMA LEO HAAG

74 Redes/Conectividad

Novedades.

78 Generar señales de teléfono

80 Nueva solución en la gestión del cable. KRONE

84 Sistema de cableado AMP Netconnect.

86 Identificación de cuestiones de seguridad en ATM (y 2ª parte). UNIVERSIDAD DE DEUSTO

94 Visión artificial Paralelismo aplicado a la invariancia del color. UNIVERSIDAD DE VALENCIA

102 Uso de FPGAs reconfigurables para proceso de imágenes.

104 Visión artificial para control de calidad en la industria. BCB INFORMÁTICA Y CONTROL

EN PORTADA

La compañía **Hewlett-Packard Española**, líder mundial del mercado de instrumentación electrónica, ha presentado su nuevo **Sistema de Adquisición de Datos HP 34970A**. Este Sistema de Adquisición de Datos HP 34970A le ofrece las siguientes ventajas:

- Precisión de 6 1/2 dígitos.
- Memoria interna de 50 Kb.
- Puede medir temperatura, voltios de CA/CC, frecuencia o intensidad.
- Hasta 120 canales de entrada analógicos, canales digitales, contador y fuentes de señal.
- Incluye software benchlink datalogger para configuración y análisis de datos.

HEWLETT-PACKARD ESPAÑOLA, S.A.

Carretera de La Coruña, km 16,500
28230. LAS ROZAS - Madrid (ESPAÑA).

Tel.: (91) 631 15 13 • Fax: (91) 631 14 69

Referencia **200 ▲**

Un sólo dato bastará
para demostrarle las ventajas
de nuestro sistema
de adquisición de datos.

281.700 ptas.
para 20 canales

HEWLETT-PACKARD

Técnicas de distribución de tareas:

paralelismo aplicado a la invariancia del color

I. Llorens, J. Gutiérrez, J. V. Francés, V. Arnau.
Dpto. Electrónica e Informática. Universidad de Valencia.

D

entro de este campo del análisis de imágenes en color para actividades indus-

triales, y los problemas relacionados uno de los aspectos más importantes a tratar es el de la invariancia de color.

El control en las líneas de producción industriales basado, en sistemas de visión artificial, requiere el análisis de imágenes en color de una manera rápida y eficaz. Las tareas básicas del análisis cromático son importantes pero a la vez costosas, ya que requieren demasiados cálculos para llevarse a cabo en sistemas que necesiten un tiempo de respuesta rápido. En el uso de arquitecturas paralelas reside la clave para la solución del problema.

Invariancia del color

La propiedad de la constancia del color en el sistema visual humano consiste en la habilidad perceptual de asignar los mismos atributos cromáticos (claridad, tono y saturación) a estímulos que varían colorimétricamente por el cambio espectral de la iluminación. En otras palabras, se trata de la capacidad para observar siempre el mismo color en un objeto aunque cambien las condiciones de iluminación. Parece, por tanto, que el sistema visual utiliza la información procesada a través del color como un invariante.

En cierto modo, se acepta comúnmente que el sistema visual es capaz de adaptarse a los estímulos cromáticos para mantener aproximadamente el mismo juicio de apariencia del color, a pesar del cambio inicial de apariencia debido al corrimiento colorimétrico (físico) que produce un cambio espectral del iluminante.

De todas formas, hay que tener en cuenta que este corrimiento adaptativo no es del todo perfecto, aunque sí efectivo, en el sistema visual humano. Existen siempre pequeñas desviaciones sistemáticas a la hora de asignar atributos cromáticos constantes frente al iluminante.

No es que el color en sí tenga una característica invariante, sino que es la relación entre los diferentes colores que componen la escena lo que permite extraer la característica de invariancia.

El fenómeno de la constancia del color juega un papel decisivo en la reproducción colorimétrica en el ámbito industrial. Por otro lado, los sistemas robóticos son cada vez más utilizados en las industrias de manufactura. Aunque últimamente estos sistemas han mejorado notablemente sus capacidades «visuales», incorporando nuevas técnicas de análisis espacial de imágenes (bordes, som-

bras, formas geométricas, etc.), todavía son escasas las aplicaciones de las capacidades cromáticas humanas en tareas de inspección visual, tanto en la detección como en el reconocimiento de objetos.

Además, el fenómeno de la constancia del color añade un grave problema a la hora de desarrollar algoritmos de discriminación cromática sobre sistemas de visión artificial. Particularmente, en sistemas que actúan bajo iluminación no controlada, por ejemplo, al aire libre, la propiedad de invariancia del color frente al cambio de iluminante es esencial para no cometer errores en la detección y reconocimiento de un objeto por el color.

El paralelismo puede ser un enfoque perfecto para este tipo de problemas de procesamiento de imágenes en color puesto que muchas veces, como en el caso de la invariancia del color, el problema puede descomponerse de una forma natural. A nuestra disposición existen diversas técnicas para atacar una cuestión de este tipo. Las técnicas de distribución de tareas pueden utilizarse pa-

ra realizar una validación de los algoritmos de invariancia de color, con una implementación basada en multiprocesadores. El objetivo es imitar, de alguna forma, la capacidad humana de procesar de forma paralela toda la información de una escena.

Basándose en la teoría retinex de la visión del color, se ha descrito una codificación cromática fundamentada en unos nuevos descriptores-color prácticamente invariantes al cambio de iluminación. La estabilidad estadística de estos descriptores es muy notable para el rango de iluminantes normalizados CIE (A, D65, D32 y C), siendo, por otro lado, válidos en principio sólo para escenas compuestas por muestras planas de color (tipo mondrian).

Paradigmas de programación

Las máquinas paralelas son el resultado de una combinación *modelo arquitectónico-modelo programado*. Los modelos arquitectónicos descri-

ben la conexión entre las distintas unidades de proceso y la memoria que contiene los datos a procesar. Simplificando el modelo de Flynn, fundamentalmente se distinguen tres tipos dentro de esta categoría:

- Arquitectura SISD: Simple Instrucción Simple Dato. Cada procesador tiene su propio programa y datos.
- Arquitectura SIMD: Simple Instrucción Múltiples Datos. La misma instrucción es enviada a todos los procesadores pero se trabaja sobre datos distribuidos.
- Arquitectura MIMD: Múltiples Instrucciones Múltiples Datos. Cada procesador tiene su propio conjunto de instrucciones que se ejecuta sobre datos comunes.

Pero, como ya se ha indicado, el modelo arquitectónico sólo es una parte del conjunto. La otra parte la constituye los modelos de programación. Básicamente, tres son los estilos (o paradigmas) de programación que actualmente se adoptan. En todos ellos, deben considerarse los mismos objetivos básicos.

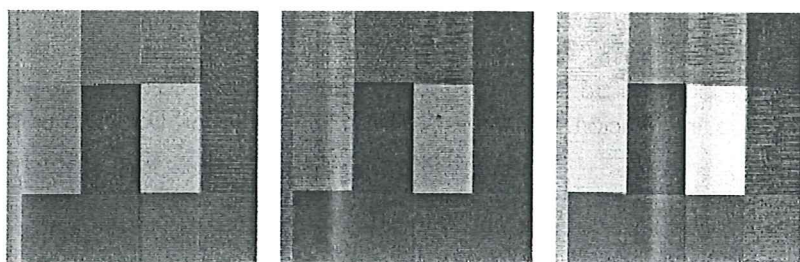
Típicamente, en las máquinas paralelas el problema a resolver es dividido sobre todos los procesadores disponibles, siendo la meta producir la misma solución que la que produciría una máquina secuencial, aunque en menos tiempo. Hay muchas maneras de realizar esta descomposición del problema, pero los detalles son un asunto que no va a ser tratado en este apartado.

El objetivo de escoger una descomposición adecuada del problema (tanto para la estructura utilizada como para el algoritmo) es proporcionar una carga computacional equilibrada, manteniendo a cada procesador ocupado, así como minimizar las comunicaciones interprocesador. Los diferentes paradigmas de programación proporcionan diferentes medios de controlar estas normas de paralelismo.

En esta sección se introducen estos estilos; de todas formas, en lo que

PARALELISMO		CARACTERÍSTICAS
DATOS O GEOMÉTRICO		Los datos son divididos entre los procesadores
		Se procesan diferentes segmentos de datos en paralelo
		Si es necesario, se comunica información sobre los límites de cada segmento
FUNCIONAL O ALGORÍTMICO		El algoritmo se descompone en diferentes secciones
		Se asignan las secciones a diferentes procesadores
		Los datos fluyen a lo largo de las secciones del algoritmo
TAREAS	PROCESSOR-FARM	Un proceso maestro o farmer es responsable de distribuir e iniciar a los workers
		Una serie de procesos worker se encargan de realizar las tareas de cálculo
		El farmer recoge y muestra resultados
	PIPELINING	Una fuente de datos que necesitan un procesamiento similar
		Una línea de procesos
		Los procesos van procesando los datos de la fuente

PATRONES ORIGINALES

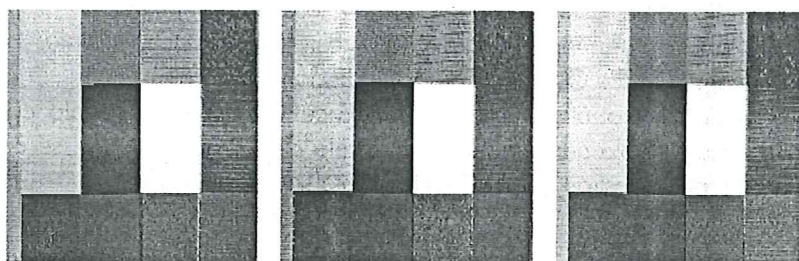


Luz matutina

Luz vespertina

Luz artificial

PATRONES TRATADOS



Luz matutina

Luz vespertina

Luz artificial

Figura 1.- Efecto del algoritmo de invariancia del color.

FENÓMENO DE INVARIANCIA.

En el ejemplo de la izquierda vemos cómo la iluminación de una escena puede inducir a error a un sistema artificial de discriminación de color. Un mismo patrón de color ha sido captado por un sistema de visión bajo distintas condiciones de iluminación espectral.

En ningún caso, un sistema automático clasificaría la escena como la misma atendiendo sólo a valores colorimétricos.

Un algoritmo de invariancia de color adecuado proporcionará una serie de imágenes como las de la parte inferior. Este conjunto de imágenes podrían clasificarse como pertenecientes a la misma escena dentro de un pequeño margen de error.

sigue nos concentraremos en el paralelismo de tareas, puesto que es el desarrollo que va a ser utilizado en nuestra aplicación para agilizar el algoritmo de invariancia de color.

Paralelismo de datos o geométrico

La idea del paradigma de programación paralela de datos es que series enteras de operaciones se ejecuten en paralelo. Esta aproximación permite que los datos sean distribuidos a lo largo de la red de procesadores, de modo que cada proceso actúa sobre un subconjunto de los datos.

Paralelismo funcional o algorítmico

En el modelo funcional (también llamado algorítmico o procedimental), cada proceso ejecuta una subunidad del algoritmo total. Esto se

consigue examinando cualquier codificación natural del problema, tanto por la partición en simples segmentos de un bucle repetitivo, como analizando las dependencias algorítmicas. De esta forma, los datos se trasladan entre elementos de proceso, por lo que este concepto también recibe el nombre de *paralelismo de flujo de datos*.

Uno de los grandes beneficios de este modelo es que no requiere el almacenamiento de grandes resultados parciales. La dificultad radica en el alto grado de interacción algorítmica, el peligro de los bloqueos, el ineficaz balance de carga computacional y de sobrecargas de comunicación.

Paralelismo de tareas

Este es el enfoque ideal en problemas donde tenemos un proceso repetido, con poco o ningún requerimiento de comunicación durante la ejecución de las distintas sub tareas.

Se trata de un estilo de programación que típicamente involucra tres fases: la iniciación del grupo de procesos, la computación y, en tercer lugar, la recolección de resultados.

Dentro de este paradigma destacan principalmente dos tipos:

A- Maestro-esclavo (Processor-farm)

En este modelo, el paralelismo se alcanza dividiendo una gran tarea en varias sub tareas similares computacionalmente, que se asignan a diferentes elementos de procesamiento (esclavos o «workers»).

B- Segmentación encauzada (Pipelining)

Se trata de un modelo del tipo «processor-farm» lineal, donde cada segmento o etapa del cauce lleva a cabo siempre una misma tarea, de entre una secuencia de tareas. El objetivo principal es mantener a to-

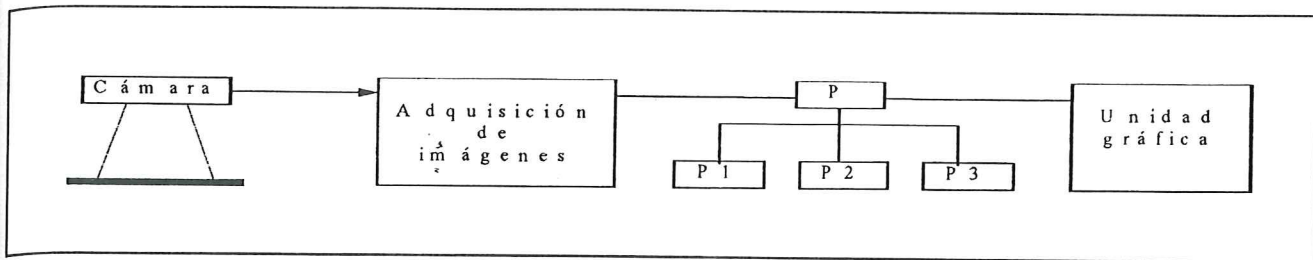


Figura 2.- Red «processor-farm».

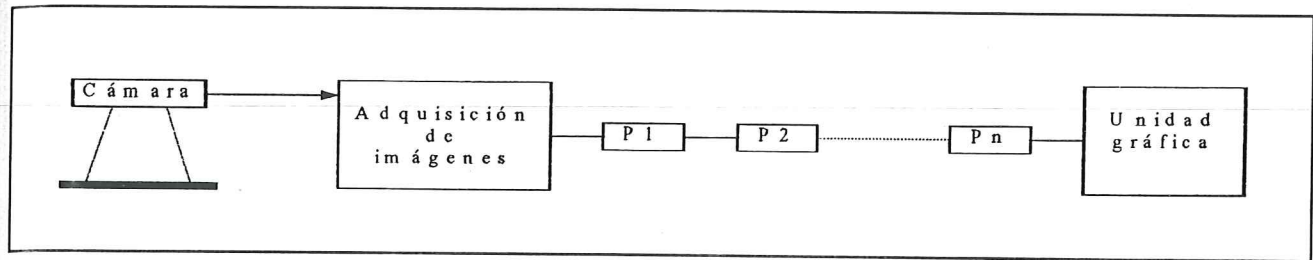


Figura 3.- Red «pipelining».

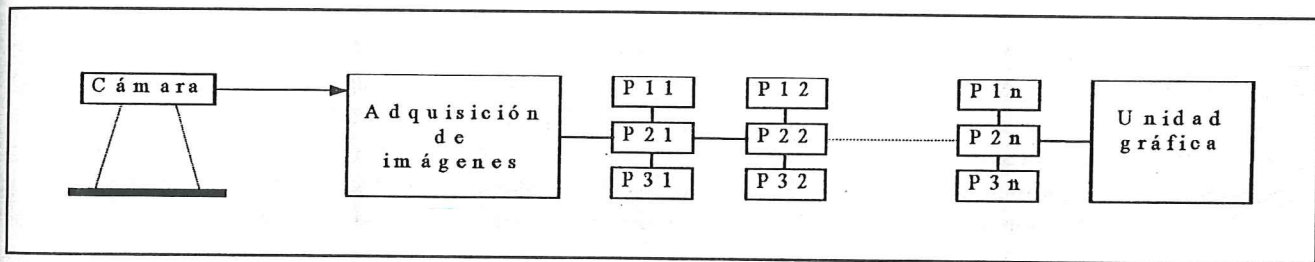


Figura 4.- Segmento encauzado de «processors-farm».

dos los segmentos ocupados, proporcionando un flujo continuo de datos.

El paso crítico en este caso es la iniciación de la cadena de procesos, puesto que una vez conseguido esto, el tiempo total invertido será el de la etapa más lenta. El rendimiento será el óptimo cuando se alcance un equilibrio entre el tiempo invertido en el procesado y el tiempo invertido en las comunicaciones.

Aplicación del paralelismo de tareas a la invariancia del color

Basándonos en la teoría retinex de Land, para conseguir la invariancia en la detección del color frente a

cambios de iluminante ha de realizarse una renormalización lineal de histograma en cada una de las tres señales colorimétricas con que codificamos la escena.

Al renormalizar conseguimos que la referencia respecto del blanco se mantenga constante cuando varía el iluminante, con lo cual seguiremos detectando los mismos colores. Se trata de un proceso similar al que efectúa el sistema de visión humano de manera automática.

Nuestra red de procesadores recibe una serie de imágenes, suministradas por una tarjeta digitalizadora conectada a una cámara CCD. El proceso de renormalización de histograma se lleva a cabo en cada una de las tres imágenes R, G y B.

Processor-farm

Dada la independencia del proceso de renormalización sobre cada una de las imágenes R, G y B, podemos realizarlo en paralelo. Así, se descompone el procesado de la imagen en tres tareas similares y el problema puede plantearse como una estrategia de tipo «processor-farm».

El flujo de información procedente del sistema de adquisición de imágenes sugiere una configuración del tipo propuesto en la Figura 2. Se trata de una red donde los procesadores P1, P2 y P3 desempeñan el papel de «worker», mientras que P se ocupa de la tarea de «farmer». Evidentemente, tendremos una estructura más rápida que su equivalente se-

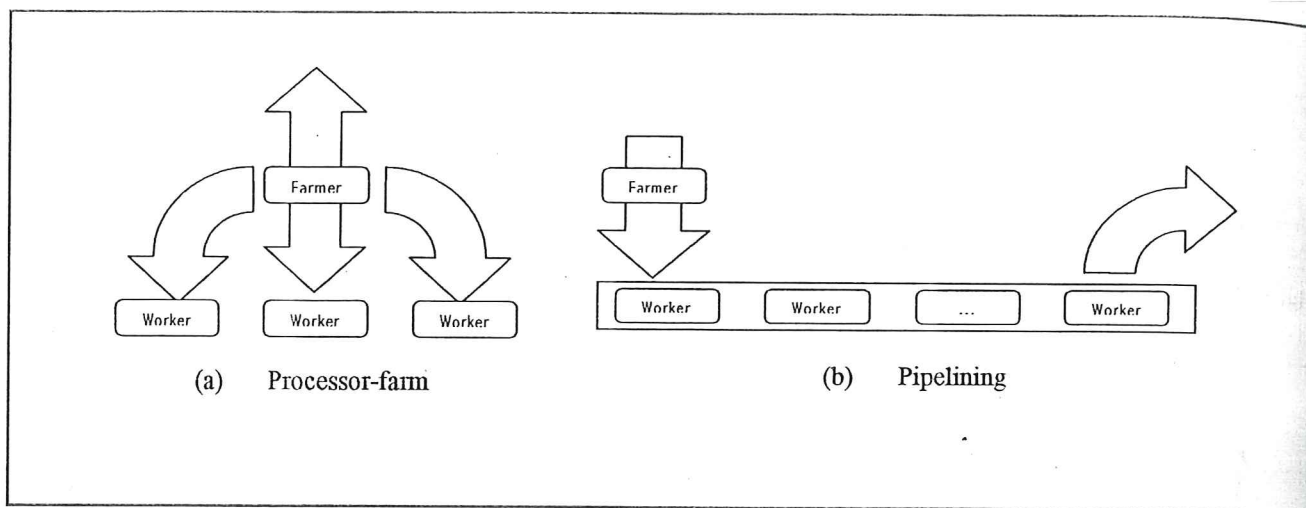


Figura 5.- Flujo de datos.

cuencial, y que, en el caso óptimo, reduciría en un tercio el tiempo total de procesado.

En primer lugar, el «farmer» lee la imagen y envía cada una de las componentes R, G y B a los «workers» correspondientes. Ellos se encargan del cálculo de los histogramas y la subsiguiente renormalización. Por último, devolverán la imagen procesada al «farmer» que reconstruirá la imagen original.

Los tres «workers» realizan exactamente las mismas tareas, mientras que el «farmer» se encarga del reparto de datos y de la combinación de resultados, así como de la comunicación con el exterior.

Esta configuración permite tratar, de una forma natural, el paralelismo implícito que nos encontramos al disponer de tres señales sobre las que hay que realizar los mismos cálculos y de una manera independiente.

Si el objetivo es conseguir una secuencia de imágenes invariantes frente a cambios de iluminante, esta solución, a pesar de ser un buen ejemplo del método «processor-farm», puede no resultar suficientemente rápida, puesto que todas las imágenes de la secuencia van a ser procesadas de una en una. Los procesadores trabajan sobre una única imagen cada vez, mientras el resto permanecen en una cola de espera.

Pipelining

Siguiendo un esquema similar al anterior, se puede plantear una configuración alternativa para la red de procesadores (Figura 3).

En este caso, se trata de una red formada por una fila de n procesadores, en la que cada procesador está conectado con el siguiente, salvo el primero por el que llega la triple señal de la tarjeta digitalizadora y el último que devuelve dicha triple señal procesada. Esto se llama *segmento encauzado*, y nos permite estar procesando n imágenes a la vez y aumentar la eficiencia del sistema. Esta estructura puede modificarse fácilmente con sólo añadir o suprimir procesadores a la cadena.

En cada uno de los procesadores de la red llevamos a cabo la renormalización de una única imagen. A diferencia del caso anterior, ahora cada «worker» se encarga de una sola imagen, cosa que en principio será contraproducente, pero en contrapartida se facilita el tratamiento de varias imágenes a la vez.

Mientras cada procesador está procesando una imagen, se llevan a cabo concurrentemente las operaciones necesarias para el llenado del cauce con nuevas imágenes para procesar y, a su vez, se vacía el cauce de las imágenes procesadas. Esto es posible realizarlo por-

que el tiempo de cálculo es mucho mayor que el tiempo de comunicación y permite solapar todas las operaciones de comunicación necesarias para el llenado y vaciado del cauce.

Naturalmente, esta estrategia impone un límite en la longitud máxima de nuestra estructura, pues si hacemos crecer el número de procesadores, llegará un momento en que tardemos más en llenar y vaciar el cauce de lo que tarde un procesador en tratar una imagen, en cuyo momento se estará perdiendo efectividad al no poder solapa el tiempo invertido en comunicaciones con el invertido en procesado.

Consideremos un cauce ejemplo formado por dos procesadores «workers». En el cauce utilizamos un doble buffer que permite a cada procesador recoger, enviar y procesar tres imágenes distintas al mismo tiempo. Ello permite solapar completamente las comunicaciones sobre los cálculos y obtener así el máximo rendimiento. El iniciado del cauce se realizará según el esquema temporal mostrado en la Figura 6, donde W es cada uno de los «workers» (en este caso 2), E es cada una de las etapas, T es el tiempo invertido por las tareas de comunicación, I es la adquisición de datos por parte del worker, P es la tarea de procesado de datos, y, finalmente, O es la sali-

da de datos. Los subíndices indican qué paquete de datos está siendo procesado o transmitido.

Suponiendo, como es el caso, que cada paquete sea una imagen, vemos que las imágenes van entrando por el primer «worker» para salir por el segundo (ya procesadas) de una manera continua a partir del instante T_5 .

Unión de estrategias

Hasta ahora, las dos estrategias estudiadas enfocan la cuestión desde dos puntos de vista distintos. El primer caso utiliza la técnica «processor-farm» aprovechando la división natural del problema en tres coordenadas colorimétricas sobre las que hay que realizar cálculos similares. Se logra así una paralelización eficaz de las tareas que implica el propio algoritmo. Pero, aunque este camino reduce el tiempo de proceso de una imagen, no parece ser capaz de tratar toda una secuencia de imágenes eficazmente.

Por otro lado, en el caso de la segmentación encauzada, tenemos un sistema apto para el tratamiento de una fuente continua de imágenes. La pauta con la que las imágenes surgirán del cauce (siempre y cuando el límite impuesto por la comunicación sea bajo) vendrá en última instancia determinada por el tiempo de proceso de la etapa de

mayor duración; y el tiempo de cada etapa, como se ha visto, está impuesto por el tiempo de procesamiento de una imagen.

Los paradigmas de programación en general no son excluyentes, sino que es posible designar técnicas combinadas para la solución de problemas. En este caso, el problema puede replantearse como una unión de estrategias a distintos niveles. En primer lugar, utilizaremos la segmentación encauzada para el tratamiento de la secuencia de imágenes; y en segundo lugar, recurriremos al «processor-farm» para el tratamiento de cada una de las distintas imágenes, reduciendo así el tiempo de ejecución de cada etapa del cauce. En pocas palabras, se considerará un segmento encauzado de múltiples «processor-farm» como el de la Figura 4.

Para simplificar el sistema se ha integrado a los distintos «farmer» con uno de sus respectivos «workers». Así pues, los nodos P_{21} a P_{2n} desempeñan concurrentemente la función de «farmer» y «worker».

Resultados

Para establecer diferencias entre las técnicas de programación estudiadas y la versión secuencial convencional de la invariancia de color, se utilizarán los siguientes descriptores:

$$A(N) = T_S / T_P(N)$$

$$E(\%) = A(N) / N \times 100$$

◆ Aceleración Temporal (A):

Muestra la relación entre el tiempo de ejecución del algoritmo secuencial T_S y la mejora temporal introducida en la paralelización T_P .

◆ Eficiencia (E),

Indica el uso que se ha realizado de los N procesadores.

Se definen como:

Consecuentemente, A debería ser mayor que la unidad al aumentar número de procesadores N , y el valor de $E=100$ por 100 sólo se conseguirá en el caso ideal. Los resultados gráficos se representan en la Figura 7.

Hemos descrito las configuraciones estudiadas como configuración «Pipelining» para el segmento encauzado normal y configuración «Pipelining» & «Processor-farm» para el segmento híbrido. El caso secuencial surge de considerar $N=1$ en la primera configuración, y el «processor-farm» es el caso particular $N=3$ para la segunda configuración.

Los resultados demuestran que la aceleración conseguida con el uso de la segmentación encauzada como paradigma de programación es mayor si combinamos esta técnica con una división del trabajo del tipo «processor-farm». Si recordamos que para el tratamiento de una sola imagen el requisito para que el «processor-farm» funcione de una

	E_1	E_2		E_3		E_4	
	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7
W_1	I_0	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6
		P_0		P_2		P_4	
			O_1	O_0	O_3	O_2	O_5
W_2			I_1	I_0	I_3	I_2	I_5
				P_1		P_3	
					O_0	O_1	O_2

Figura 6.- Cronograma del llenado de un cauce.

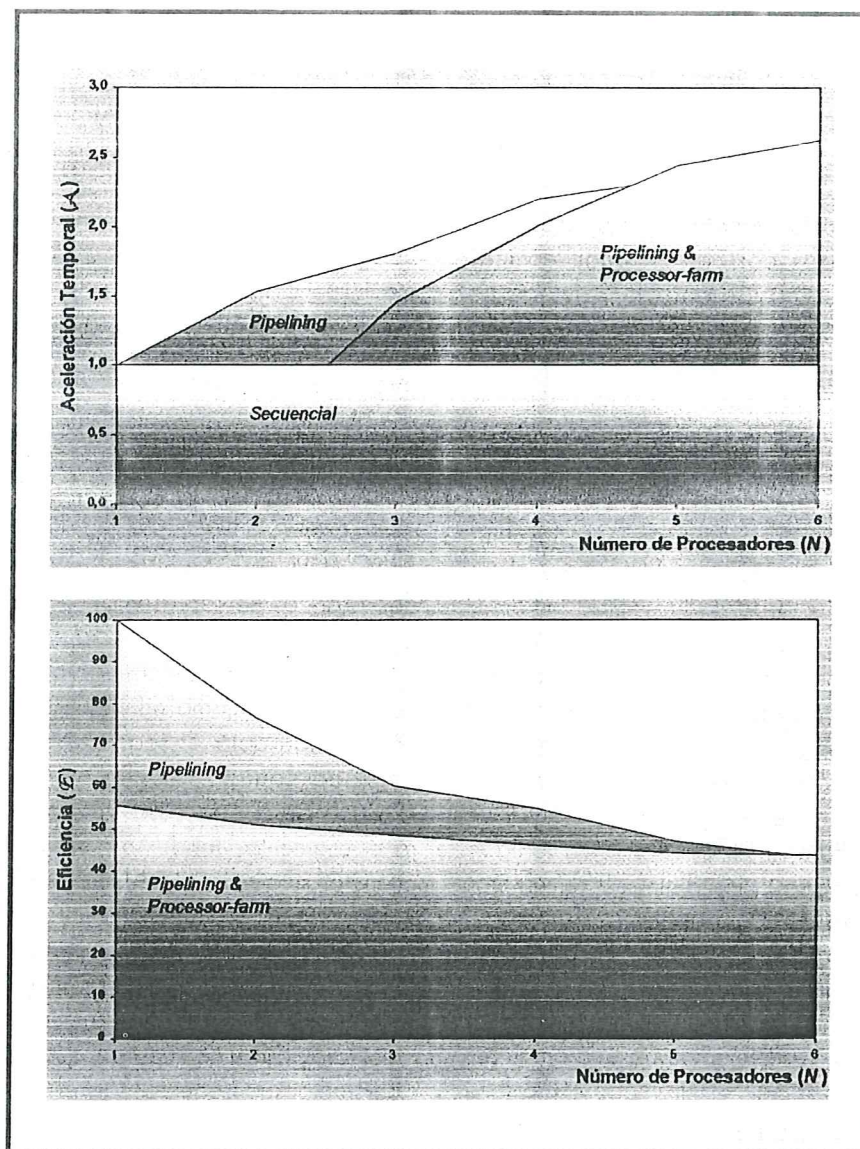


Figura 7.- Respuesta de las distintas configuraciones.

forma óptima es el uso de 3 procesadores, podemos observar cómo con $N=6$, es decir, sólo con dos segmentos, la aceleración conseguida ya supera a la segmentación encauzada simple.

También a partir de este valor, se observa que ambos sistemas resultan igualmente eficientes por lo que una solución mixta sería el modelo recomendado para obtener un rápido procesamiento de invariancia de color en el caso de secuencias de imágenes.

En cualquier caso, todas las configuraciones son ampliamente superiores a una estructura secuencial convencional.

Conclusiones

En sistemas distribuidos, los lenguajes utilizados para programar varían desde el estándar Fortran o C, con extensiones del lenguaje para tratar el paralelismo, a lenguajes paralelos especializados como el OCCAM.

En muchos casos, la actual distribución de datos y comunicación entre los procesadores es llevada a cabo por el compilador, con la supervisión del programador. El objetivo de esto es transferir la responsabilidad de los detalles de programación a bajo nivel del programador al compilador, dejando libre al pro-

gramador para concentrarse en la aplicación.

Aún así, la programación en paralelo sigue requiriendo de una buena dosis de intervención humana para un diseño de algoritmos o un reparto de tareas de resultados óptimos. Para ello se dispone de diversas técnicas estándares o paradigmas de programación que ayudan a encauzar el problema hacia una solución más o menos sencilla.

Entre estas técnicas destacan las encaminadas a la paralelización de tareas, que, como hemos visto, resultan bastante apropiadas para problemas de procesamiento digital de imágenes o para tratamientos que en general puedan desglosarse en sub-tareas que impliquen escasa comunicación entre ellas.

En el caso de la invariancia de color, vemos que los procedimientos como la segmentación encauzada o el «processor-farm» permiten plantearse sistemas de visión que son capaces de enfrentarse a un cauce de imágenes con resultados razonablemente ventajosos para sistemas industriales.

□

Tel.: (96) 386 43 00

Fax: (96) 386 45 68

Referencia 181▲

BIBLIOGRAFÍA

- [1] "Parallel Programs for the Transputers". Ronald S. Cok, Prentice Hall, 1991.
- [2] "Image Processing and Transputers". Hugh C. Webber. IOS Press, 1994.
- [3] "The Retinex Theory of Color Vision". Land E. H. Scientific American, 237 108-128, 1977.