



UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



UNIVERSITAT DE VALÈNCIA



EUROPEAN POWER ELECTRONICS

**SEMINARIO ANUAL DE
AUTOMÁTICA, ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
E INSTRUMENTACIÓN**

SAAEI'97

VALENCIA, 17, 18 Y 19 DE SEPTIEMBRE DE 1997

ANÁLISIS E IDENTIFICACIÓN DE UN MODELO DINÁMICO PARA EL CLIMA DE UN INVERNADERO.	
Litago, J./Navas, L.M./Alonso, R.	
Universidad Politécnica de Madrid, E.T.S. Ingenieros Agrónomos de Madrid.....	498
COMPARACIÓN DE LA TESTEABILIDAD EN LAS LÓGICAS AND-OR Y AND-EXOR.	
Parrilla, L./González, D./Ortega, J./Lloris, A.	
Universidad de Granada, Facultad de Ciencias, Dpto. Electrónica y Tecnología de Computadores	505
EVALUACIÓN DE LA TARJETA COMERCIAL DBV44 PARA EL PROCESADO INTENSIVO DE DATOS EN TIEMPO REAL.	
Pons, T./González, V./Ríos, A./Sanchis, E.	
Universidad de Valencia, Dpto. Informática y Electrónica	509
DESCRIPCIÓN VHDL DE UN FILTRO ADAPTATIVO LMS OPTIMIZADO PARA SÍNTESIS HARDWARE.	
Rosado, A./Bataller, M./Guerrero, J./Soria, E./Magdalena, J. R.	
Universidad de Valencia, Dpto. Informática y Electrónica	513
SÍNTESIS AUTOMÁTICA DE UN CONTROLADOR DE RAM.	
Marín, M.Má/Gómez, D./Quirós, A.	
Universidad de Cádiz, Escuela Superior de Ingeniería, Grupo de Diseño de Circuitos Microelectrónicos.....	516
TEST OF A COMMERCIAL BOARD FOR HIGH SPEED OPTICAL COMMUNICATIONS APPLICATIONS.	
Rosewicz, M./González, V./Pons, T./Sanchis, E.	
Universidad de Valencia, Dpto. Informática y Electrónica	517
EXTRACCIÓN DE INFORMACIÓN DE CÓDIGO C Y SU INCLUSIÓN EN LA ESTRUCTURA DE DATOS CST PARA EL ENTORNO VOTAN DE CODISEÑO HARDWARE/SOFTWARE.	
Rosado, A. ⁽¹⁾ /Hollstein, T. ⁽²⁾ /Bataller, M. ⁽¹⁾ /Francés, J.V. ⁽¹⁾ /Magdalena, J.R. ⁽¹⁾	
⁽¹⁾ Universidad de Valencia, Dpto. Informática y Electrónica	
⁽²⁾ Institut für Datentechnik, FG Microelektronische Systeme, Germany.....	521
UTILIZACIÓN DE UN ALGORITMO ESTOCÁSTICO PARA EL CONTROL NEURONAL ADAPTATIVO DE UN SISTEMA NO LINEAL.	
Boquete, L./Barea, R./García, R./Mazo, M./Bergasa, L.M.	
Universidad de Alcalá de Henares, Dpto. Electrónica.....	525
APLICACIÓN DE UN CONTROL FUZZY A UNA SILLA DE RUEDAS.	
Domingo, J.S. ⁽¹⁾ /Herms, A. ⁽²⁾ / Escoda, I. ⁽²⁾ /Martínez, M. ⁽¹⁾ / Marín, D. ⁽¹⁾	
⁽¹⁾ Universidad Politécnica de Cataluña, E.U.I.T. Industrial de Barcelona, Dpto. Electrónica	
⁽²⁾ Universidad de Barcelona, Ingeniería y Materiales Electrónicos. Dpto. Física Aplicada y Electrónica	531
EQUIVALENCIAS ANALÍTICAS EN CONTROLADORES DIFUSOS. APLICACIÓN AL DISEÑO DE CONTROLADORES PI.	
Gomáriz, S. ⁽¹⁾ /Torralbo, S. ⁽²⁾ /Guinjoan, F. ⁽²⁾	
⁽¹⁾ Universidad Politécnica de Cataluña, EUP. de Vilanova i La Geltrú	
⁽²⁾ Universidad Politécnica de Cataluña, ETSET, Dpto. Ing. Electrónica.....	537
CONTROLADOR DIFUSO CON SUPERFICIE DE CONTROL PROGRAMABLE.	
Matas, J./García, L./Castilla, M./López, O./López, M.	
Universidad Politécnica de Cataluña, E.U. Politécnica de Vilanova i La Geltrú, Dpto. Ingeniería Electrónica	541
APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE TÉCNICAS ORIENTADAS A OBJETO AL DESARROLLO Y MONITORIZACIÓN DE SISTEMAS DE POTENCIA.	
Galarza, A. ⁽¹⁾ /Flórez, J. ⁽²⁾ /Salterain, A. ⁽¹⁾ /de Nó, J. ⁽²⁾	
⁽¹⁾ C.E.I.T. de Guipúzcoa, Dpto. Electricidad Y Automática	
⁽²⁾ Universidad de Navarra, ESII, Dpto. Ing. Eléctrica, Electrónica y de Control	545
ARQUITECTURAS PARALELAS PARA SISTEMAS DE VISIÓN EN COLOR.	
Llorens, I. ⁽¹⁾ /Albert, J. ⁽²⁾ /Arnau, V. ⁽²⁾ /Micó, F. ⁽¹⁾	
⁽¹⁾ Universidad de Valencia, Dpto. Informática y Electrónica ⁽²⁾ Universidad de Valencia, Instituto De Robótica	551
CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE TRANSFORMADORES PARA CONVERTIDORES RESONANTES SERIE Y PARALELO APLICADOS A CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN.	
Ferrerres, A. ⁽¹⁾ / Espí, J.M. ⁽¹⁾ / Jordan,J. ⁽²⁾ /Cases, C. ⁽²⁾	
⁽¹⁾ Universidad de Valencia, Dpto. Informática y Electrónica, LEII. ⁽²⁾ GH ELIN International S.A., Dpto. I+D	555
CONTROL DE UN SISTEMA DE EVAPORACIÓN DESTINADO A LA FABRICACIÓN DE LÁMINAS DELGADAS SEMICONDUCTORAS	
Corrales, C./López, M.J./Beira, L./Terrón, J./Haro, M.	
Universidad de Cádiz., Facultad de Ciencias Náuticas, Dpto. Ing. Sistemas y Automática	558

Arquitecturas Paralelas para Sistemas de Visión en Color

I. Llorens, J. Albert[✉], V. Arnau[✉], F. Micó

Departament d'Informàtica i Electrònica / [✉] Institut de Robòtica

Universitat de València

C/ Doctor Moliner, 50 Burjassot 46100 València

■/fax: (96) 386 47 68

illorens@pulgoso.eleinf.uv.es

Resumen.

El control de calidad de objetos naturales en las líneas de producción industriales (frutos, madera, azulejos) plantea un serio problema para los sistemas de visión artificial. El análisis de imágenes en color de una manera rápida y eficaz es una labor difícil de realizar. Entre las tareas básicas del análisis cromático, la segmentación (o división en regiones cromáticas homogéneas) es una de las más importantes y costosas puesto que requiere demasiados cálculos para llevarse a cabo en sistemas que necesiten un tiempo de respuesta rápido. En la elección del algoritmo adecuado, así como en el uso de arquitecturas paralelas, puede estar la clave para la solución del problema.

1. Procesado de imágenes en color.

El procesado de imágenes ha sido una actividad restringida a las grandes computadoras científicas durante muchos años. Esto es debido a que el procesado de imágenes es numéricamente una tarea intensiva, caracterizada por grandes estructuras de datos que requieren muchas operaciones complejas para ser tratadas a alta velocidad. Actualmente, el desarrollo de las técnicas VLSI han permitido que el rendimiento y las comunicaciones de los sistemas de computadoras mejore, lo que nos ha hecho asequible un rendimiento en tiempo real (un rendimiento a un ritmo aceptable para producir un sistema interactivo).

Las computadoras *mainframe* son en general lejanas y también caras y demasiado grandes físicamente para ser incorporadas en sistemas de procesado de imágenes en tiempo real. Los sistemas construidos específicamente, donde los algoritmos son directamente implementados en hardware de propósito especial, tienden a ser caros y poco flexibles. Los microprocesadores de propósito general son baratos y rápidamente reprogramables pero la mayoría de las plataformas comerciales son demasiado lentas para el rendimiento en tiempo real, debido en parte a que una rápida transferencia y distribución de información es difícil de alcanzar con los buses existentes. Además toda la problemática del tratamiento de imágenes se agrava cuando se trata de imágenes en color puesto que la información a procesar se multiplica, introduciendo así un coste computacional adicional. Para conseguir el rendimiento requerido para las aplicaciones de procesado de imágenes sería necesario un número de procesadores trabajando en paralelo sobre los datos [1].

Con el objetivo de desarrollar un sistema de visión paralelo que sea suficientemente pequeño y económico como para permitir su utilización en aplicaciones prácticas, pero con la suficiente flexibilidad para poder realizar distintos tipos de tratamiento de imágenes y la necesaria potencia de cálculo para poder soportar aplicaciones en tiempo real, se utilizan los sistemas paralelos basados en transputers.

Los transputers fueron diseñados para hacer la implementación y programación de máquinas programables paralelas escalables flexible y relativamente inmediata [2]. El transputer tiene construido soporte hardware en el chip para simplificar el diseño de grandes sistemas de procesado paralelo. La característica soporte más relevante es la provisión de cuatro dispositivos de comunicación por transputer. Estas vías de comunicación son bidireccionales y pueden ser usadas para conectar juntos dos transputers. También contenido en el *chip* (para la familia T8 y superiores) está un dispositivo de proceso en coma flotante, junto con una unidad central de proceso de enteros y 4Kbytes de memoria. Los dos dispositivos de proceso y las cuatro vías de comunicación están diseñados para correr en paralelo con la mínima interferencia mutua. La arquitectura del procesador ha sido diseñada para proveer un rápido cambio de contexto, soportando el concepto de proceso paralelo en el dispositivo.

2. Sistema de visión artificial multiprocesador.

Un posible sistema de visión artificial estaría compuesto por un sistema de adquisición de imágenes, una red de transputers y un sistema de monitorización de imágenes.

El sistema de adquisición de imágenes proporciona de una manera concurrente, tres señales que caracterizan el color de cada pixel de la escena mediante una tripleta de valores (canal R, canal G y canal B). Seguidamente este triple flujo de información pasará a ser procesado paralelamente en la red de procesadores, al igual que sucede en el sistema de visión humano que realiza esta triple tarea también en paralelo. Y finalmente se obtendrán tres señales tratadas listas para un procesado posterior o para ser monitorizadas en una unidad gráfica. En un futuro sistema de visión artificial real, la salida de imágenes tratadas iría a un monitor gráfico o a un sistema automático para que tomase decisiones en función de dichos resultados.

Dado este flujo de la información procedente del sistema de adquisición de imágenes, proponemos la siguiente configuración para la red de transputers (Figura 1).

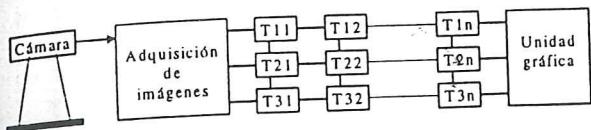


Figura 1. Red de transputers.

Esta red está formada por una malla bidimensional de $3 \times n$ procesadores, en la que cada procesador está conectado con otros cuatro, salvo los tres procesadores por los que llega la triple señal de la tarjeta digitalizadora y los tres procesadores que devuelven dicha triple señal procesada. Esta configuración nos permite, de una forma natural, tratar el paralelismo implícito que nos encontramos al disponer de tres señales sobre las que hay que realizar de los mismos cálculos y de una manera independiente. Hemos optado por esta configuración en pseudo-toroide porque nos permite implementar fácilmente estructuras *pipeline* de una o dos dimensiones y distribuir eficientemente estructuras de datos bidimensionales. Dentro de cada fila se establece un segmento encauzado que nos permite estar procesando n imágenes a la vez y aumentar la eficiencia del sistema. Esta estructura puede escalarse fácilmente con solo añadir o suprimir tres procesadores en una misma columna.

3. Descripción de los algoritmos.

Muchos métodos no supervisados para la segmentación de imágenes en color se basan en el uso de algoritmos de agrupamiento, asumiendo que los objetos homogéneos se manifiestan como agrupaciones en el espacio de características [3][4]. El uso del algoritmo de las C-medias para este propósito está muy extendido [3]. Para reducir el alto coste computacional que éste implica, se puede introducir un paso previo que dé información del número de agrupaciones que van a formarse y que determine regiones del histograma que claramente pertenezcan a estos conjuntos, dejando algunas regiones indeterminadas para ser clasificadas por el algoritmo de las C-medias [5]. Se trata de una estrategia de dos etapas que puede ser considerada del tipo gruesa-a-fina, es decir, una primera clasificación *a grosso modo* refinada posteriormente por sucesivas clasificaciones.

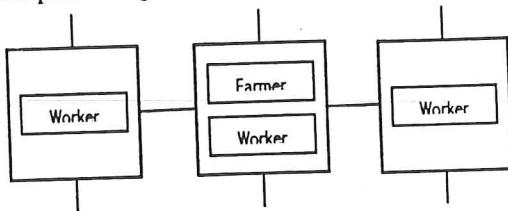
Aquí se estudian dos variaciones de esta técnica. En primer lugar consideraremos el uso de una clasificación de dos etapas similar a la descrita anteriormente. En la segmentación gruesa se utilizará el Space Scale Filtering (SSF) [6] como herramienta para el análisis de los histogramas de las tres componentes del color de una forma multirresolutiva; mientras que la segmentación fina será llevada a cabo por un algoritmo de mínima distancia (MD) clasificando los pixels de las

regiones indeterminadas restantes según su proximidad a las ya clasificadas. Este algoritmo será utilizado en la primera celda básica.

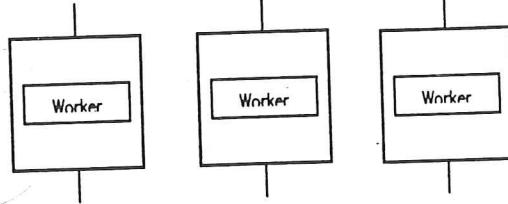
En segundo lugar se considerará un algoritmo de una sola etapa basado exclusivamente en SSF, sin un refinamiento posterior. Esto permite que cada color sea tratado independientemente, aunque con una menor precisión. Utilizaremos esta algoritmo para la celda descrita en segundo lugar.

4. Descripción de la red de transputers.

Con esta configuración formaremos dos celdas básicas para la segmentación de una imagen.



El *farmer* en esta celda se encarga de coordinar la comunicación entre los *workers* y de combinar resultados. Cada *worker* analiza un color buscando agrupaciones en la etapa de segmentación gruesa y clasifica un tercio de la imagen en la etapa de segmentación fina. Los *workers* se encargan de todo el posible paralelismo del algoritmo anterior, y el *farmer* realiza todas las secciones necesariamente secuenciales.



En esta segunda celda se descarga al *transputer* central del exceso de trabajo que representa tener dos procesos ejecutándose simultáneamente. Con esto se consigue que el trabajo de los tres procesadores esté equilibrado y se evitan tiempos de espera de resultados intermedios.

5. Evaluación.

Para establecer diferencias entre las dos implementaciones estudiadas y la versión secuencial convencional, se utilizarán los siguientes descriptores: la Aceleración Temporal (A) mostrando la relación entre los tiempos de ejecución de estos algoritmos secuencialmente T_S y la mejora temporal introducida en la paralelización T_P ; y la Eficiencia (E), que indica el uso que se ha realizado de los $N=3$ procesadores que constituyen la celda. Se definen como:

Abad, M.	223	Casado, A.	175
Acedo, P.	48	Casals, E.	455
Agudo, E.	472	Casamayor, J.	211
Aguirre, I.	731	Casas, O.	772
Alarcón, E.	736, 741	Cases, C.	400, 553
Albaladejo, J.	745, 758	Castañer, L.	256
Albareda, A.	307	Castellana, F.	263
Albert, J.	550	Castilla, M.	381, 463, 541, 627, 813
Aldabas, E.	79, 155, 287	Castro, M.	472, 671
Alins, J.	710	Chávez, J.A.	58, 63
Alonso, J.M.	347, 353	Córcoles, F.	422,
Alonso, R.	498	Córdoba, C.	239
Andrada, P.	263	Corrales, C.	556
Arau, J.	14	Costa, R.	710
Arcega, F.J.	292	Cufí, X.	778
Arias, A.	79, 155	De Lanuza, A.	680
Arizti, F.	585	De Nó, J.	545
Arnaud, V.	550	Dede, E.J.	387
Aroca, J.	106, 139	Del Coz, J.J.	347
Arranz, N.	688	Domingo, J.	533, 621, 611
Arregui, F.J.	312	Doval-Gandoy, J.	229
Artal, J. S.	292	Durán, A.	671
Asensio, R.	590	Durán, J.L.	455
Ayesa, E.	441	Durán, J.M.	178
Baeza, P.	301	Ejea, J.B.	393, 400, 407, 817, 823
Balcells, J.	287, 359, 363	Escoda, I.	533, 611, 621
Baraza, J. C.	745, 758	Escudero, M.S.	484, 568
Barea, R.	417, 528	Espejo, J.L.	490
Bataller, M.	513, 524, 677	Espí, J.	677
Bedford, D.J.	79, 155, 287	Espi, J.M.	393, 400, 407, 553, 823
Beira, L.	556	Espinosa, G.	431
Benadero, L.	133	Esquivel, A.	223
Berberich, S.	3	Felici, S.	439, 453
Bergas, J.	160	Fernández, J.	3, 650
Bergasa, L.M.	528, 590	Fernández, J.M.	128
Biel, D.	627, 694, 801, 807	Fernández, J.R.	263
Blasco, X.	722	Fernández, R.	37
Blesa, A.	782	Fernández, V.	292
Boluda, J.A.	316	Ferreres, A.	106, 164, 335, 387, 393, 400, 407, 553, 817, 823
Bonelo, J.Mª.	217, 650	Ferrero, F.	655
Boquete, L.	417, 528, 590	Ferris, J.V.	67
Bordonau, J.	85, 375	Flores, D.	3
Briz, J.	178	Flórez, J.	441, 545, 585, 688
Bueno, E.	211, 478, 560, 564	Fossas, E.	705, 807
Buigues, J.	175	Francés, J.V.	67, 524, 574, 633, 698
Burdío, J. M.	97, 101, 120	Franch, J.	705
Busquets, J.V.	758	Franquelo, L.G.	367
Cagigal, C.	655	Gago, A.	217, 341, 650
Cahue, G.	115	Gaitan, J.M.	767
Calleja, A.J.	347, 353	Galceran, S.	160
Calpe, J.	67, 574, 633, 698	García de Vicuña, J.	381, 463, 541, 813
Calvente, J.	233	García Martín, J.L.	188, 192
Cambra, S.	684	García, A.	145, 269, 275
Campo, J.C.	655	García, E.	33, 43, 48
Caratozzolo, P.	149	García, F.	178
Carlosena, A.	195, 731	García, J.A.	201, 206, 322, 327, 484
Carmona, J.A.	680	García, J.C.	484, 560, 564
Carpio, J.	671	García, J.I.	188, 192
Carrasco, J.A.	106, 387, 393, 407, 786, 817	García, J.J.	211, 478
Carrasco. J.M.	367		