

## Memoria de Actividad Investigadora 2013

### Arquitectura y Tecnología de COMputadores (GATCOM)

<http://atc.umh.es/gatcom>

## Introducción

El grupo de Arquitectura y Tecnología de COMputadores (GATCOM) es un grupo de investigación en el que sus miembros pertenecen al área de Arquitectura y Tecnología de Computadores (ATC) del Departamento de Física y Arquitectura de Computadores de la Universidad Miguel Hernández (UMH). Dentro del grupo de investigación se definen cinco unidades de investigación que representan la actividad que los miembros del grupo han desarrollado o están desarrollando en estos momentos.



Las unidades de investigación están formadas por los siguientes investigadores:

- Procesamiento de señal (imagen y vídeo) →
  - **Otoniel Lopez Granado** (responsable), Miguel Martinez Rach, Pablo Piñol Peral y Manuel Pérez Malumbres.
- Tecnologías de red inalámbrica (MANET y WSN) →
  - Pablo Garrido Abenza, Jesus Llor Sirvent y **Manuel Pérez Malumbres** (responsable)
- Computación paralela (librerías y aplicaciones) →
  - Vicente Galiano Ibarra y **Hector Migallón Gomis** (responsable)
- Arquitecturas Web (balanceo de carga y QoS) →
  - Salvador Alcaraz Carrasco y **Katya Gilly de la Sierra-Llamazares** (responsable)
- Diseño hardware (Seguridad y aplicaciones multimedia) →
  - Manuel Perez Malumbres y **Federico García Crespi** (responsable).

## *Procesamiento de señal: Imagen y vídeo*

### **Enumeración actividad I+D:**

1. Diseño de codificadores eficientes de imagen y vídeo.
2. Codificación de vídeo 3D-DWT para 3D-TV
3. Mecanismos de cuantificación perceptual para compresores de imagen y video
4. Aceleración Hardware de compresores de imagen y video

### **Descripción:**

1. Diseño de codificadores eficientes de imagen y vídeo.

Se ha continuado con el diseño y evaluación de compresores de vídeo basados en la transformada Wavelet. En particular, se ha avanzado en la codificación perceptual de imagen y vídeo INTRA, usando esquemas basados en el uso de la función de sensibilidad al contraste (CSF) y métricas de evaluación de la calidad perceptual de una imagen/vídeo. Los resultados obtenidos son muy interesantes, obteniendo ahorros en el bitrate resultante de la compresión significativos (hasta el 37%) para la misma calidad perceptual, comparándose con compresores como JPEG2000, SPIHT, x.264 y H.264/AVC.

En cuanto a codificadores de video se refiere, se han desarrollado dos codificadores de video basados en la transformada 3D-DWT. Uno de ellos basado en una codificación run-length y aplicando técnicas de paralelismo en la transformada 3D-DWT para acelerar su computo mediante multicores. El otro de los codificadores está basado en el codificador de imagen LTW, pero con un árbol de coeficientes con 8 descendientes en vez de los 4 que usa el codificador de imagen LTW. Este último se ha acelerado mediante el uso de GPUs y CUDA. Ambos codificadores son capaces de codificar una secuencia de video en formato Full-HD con una buena calidad en tiempo real.

2. Codificación de vídeo 3D-DWT para 3D-TV.

Continuando con los algoritmos desarrollados para codificar video usando la transformada 3D-DWT basados en un esquema de tipo Framebased, se está aplicando esta técnica para el desarrollo de codificadores de mapas de profundidad en videos 3D.

Se ha propuesto el uso de un compresor de imagen basado en el 3D-LWT, que se ha adaptado para la compresión de los mapas de profundidad de un contenido de video 3D (INTRA). Los resultados obtenidos son competitivos tomando como referencia los compresores H.264/AVC y su versión optimizada x.264.

3. Mecanismos de cuantificación perceptual para compresores de imagen.

En esta línea se han realizado diversas aproximaciones tanto en el codificador como en el decodificador. En particular, se ha avanzado en la codificación perceptual de imagen y vídeo INTRA, usando esquemas basados en el uso de la función de sensibilidad al contraste (CSF) y métricas de evaluación de la calidad perceptual de una imagen/vídeo.

Los resultados obtenidos son muy interesantes, obteniendo ahorros en el bitrate resultante de la compresión significativos (hasta el 37%) para la misma calidad perceptual, comparándose con compresores como JPEG2000, SPIHT, x.264 y H.264/AVC.

#### 4. Aceleración Hardware de compresores de imagen y video.

Junto con el área de computación paralela, se han desarrollado algoritmos paralelos basándose en multicore y GPU's de la transformada 2D-DWT, 3D-DWT. Esta transformada es el núcleo de muchos codificadores actuales como 3D-LTW, 3D-SPIHT, 3D-BCWT. La idea principal es acelerar esta parte de los codificadores que es bastante costosa computacionalmente utilizando los recursos de los actuales ordenadores de sobremesa (múltiples núcleos y tarjetas gráficas de tipo GPU). Las optimizaciones desarrolladas muestran resultados mejores que los existentes hasta el momento.

Por otro lado, se ha propuesto un compresor/descompresor en plataforma FPGA que se capaz de comprimir secuencias de vídeo con tasas de cuadros elevadas (*super slow motion video*). Se ha conseguido comprimir video de alta definición a una tasa de 1668 cuadros por segundo, con una tasa de compresión 2 a 1, y usando un área de la FPGA muy reducido (menor del 1 %). Estos resultados serían de alto interés para el diseño de cámaras de vídeo de alta velocidad.

## Publicaciones:

- V.Galiano, O.Lopez, M.P.Malumbres, H.Migallón, "[Fast 3D Wavelet Transform on Multicore and Manycore Computing Platforms](#)", Journal of Supercomputing, vol 63, nº 1, pp. 1-20
- M.Martinez-Rach, O.Lopez, P.Piñol, M.P.Malumbres, "[Perceptual Intra Video Encoder for High-Quality High- Definition Content](#)", Data Compression Conference (DCC 2013), pp. 1-10, Snowbird, Utah (USA)
- M.Martinez-Rach, O.Lopez, P.Piñol, M.P.Malumbres, "[3D Wavelet encoder for depth map data compression](#)", Data Compression Conference (DCC 2013), pp. 1-10, Snowbird, Utah (USA)
- V.Galiano, O.Lopez, M.P.Malumbres, H.Migallón, "[Parallel strategies for 2D Discrete Wavelet Transform in shared memory systems and GPUs](#)", Journal of Supercomputing, vol 63, nº 3, pp. 1-13
- V.Galiano, O.Lopez, M.P.Malumbres, L.A. Drummond, H.Migallón, "[GPU-based 3D lower tree wavelet video encoder](#)", EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, vol 2013, nº 24, pp. 1-13
- V.Galiano, O.Lopez, M.P.Malumbres, H.Migallón, "[Multicore-based 3D-DWT video encoder](#)", EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, vol 2013, nº 84, pp. 12
- E.Alcocer, O.Lopez, R.Gutierrez, M.P.Malumbres, "[MPCM: A hardware coder for super slow motion video sequences](#)", EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, vol 2013, nº 142, pp. 1-13
- P.Piñol, A. Torres, O.Lopez, M.Martinez-Rach, M.P.Malumbres, "[Evaluating HEVC Video Delivery in VANET Scenarios](#)", Wireless Days, Valencia
- P.Piñol, A. Torres, O.Lopez, M.Martinez-Rach, M.P.Malumbres, "[An Evaluation of HEVC using Common Conditions](#)", XXIV Jornadas de Paralelismo , pp. 133-138, Madrid
- E.Alcocer, O.Lopez, M.P.Malumbres, R.Gutierrez, "[MPCM: Codificador hardware para cámaras de alta velocidad](#)", XXIV Jornadas de Paralelismo , pp. 282-287, Madrid
- O.Lopez, M.P.Malumbres, H.Migallón, P.Piñol, "[Análisis de estrategias paralelas basadas en](#)

[GOP sobre el nuevo estandar de vídeo HEVC](#)", XXIV Jornadas de Paralelismo , pp. 288-293, Madrid

■ M.Martinez-Rach, O.Lopez, V.Galiano, H.Migallón, J.Llor, M.P.Malumbres, "[Enhancing LTW image encoder with perceptual coding and GPU-optimized 2D-DWT transform](#)", EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, vol 2013, nº 141, pp. 1-16

## **Proyectos I+D relacionados:**

---

TÍTULO DEL PROYECTO: "Transmisión de vídeo eficiente y robusta para entornos de red vehiculares"

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Ciencia e Innovación (Ref. TIN2011-27543-C03-03)

DURACIÓN DESDE: 01/01/2012

HASTA: 31/12/2014

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Manuel Pérez Malumbres.

IMPORTE DE LA SUBVENCIÓN: 35.090 €

Nº TOTAL INVESTIGADORES DEL PROYECTO: 6

---

## ***Tecnologías de red Inalámbrica: MANETs y WSNs***

### **Enumeración actividad I+D:**

1. Modelo estadístico de predicción de la atenuación en un canal acústico submarino.
2. Modelo de calidad de servicio 802.11e en redes vehiculares (VANETs).

### **Descripción:**

[1] **Las redes subacuáticas de sensores inalámbricos: Modelando el canal acústico.** El interés de las tecnologías de redes de sensores submarinas es muy reciente y tiene una gran perspectiva de futuro ya que existen muchas aplicaciones que se beneficiarían de una tecnología robusta y eficiente en este entorno (sector pesquero, vigilancia medioambiental, explotación de recursos submarinos, acuicultura, meteorología, etc..). En particular, se ha continuado trabajando en los siguientes aspectos iniciados en ejercicios anteriores:

- a) Hemos propuesto un modelo de propagación estadístico basado en el modelo determinista Bellhop. Este modelo reduce significativamente las demandas computacionales del Bellhop, permitiendo definir una plataforma de simulación altamente escalable y con unos resultados de simulación ajustados al modelo Bellhop.
- b) Se han realizado experimentos de simulación en los que se demuestra y cuantifica el efecto que tienen pequeñas variaciones del entorno de simulación sobre los resultados de rendimiento obtenidos en niveles superiores (MAC, encaminamiento, aplicación) de la arquitectura de red.

[2] **Calidad de servicio en VANETs.** Se ha estado trabajando sobre la plataforma de simulación OMnet++ para incluir el modelo de calidad de servicio diferenciado IEEE 802.11e. Se partía de un modelo existente en el repositorio OMnet, pero que tenía limitaciones que afectaban a su correcto funcionamiento cuando se inyectaba tráfico de vídeo en la red o bien cuando se alcanzaban niveles de carga moderados/altos. Se ha realizado las siguientes tareas:

- a) Depuración y corrección de errores en el modelo EDCA para obtener un versión operativa en todos los niveles de carga de la red y especialmente preparada para trabajar con flujos de vídeo comprimido.
- b) Definición de un marco de trabajo basado en el simulador OMnet y herramientas como SUMO (movilidad de nodos) y openstreetmap (escenarios urbanos reales).

## Publicaciones:

■ J.Llor, M.P.Malumbres, "[Statistical Modeling of Large-Scale Signal Path Loss in Underwater Acoustic Networks](#)", Sensors, vol 13, nº 2, pp. 2279-2294

## Proyectos I+D relacionados:

---

TÍTULO DEL PROYECTO: "Transmisión de vídeo eficiente y robusta para entornos de red vehiculares"  
ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Ciencia e Innovación (Ref. TIN2011-27543-C03-03)  
DURACIÓN DESDE: 01/01/2012 HASTA: 31/12/2014  
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Manuel Pérez Malumbres.  
IMPORTE DE LA SUBVENCIÓN: 35.090 € N° TOTAL INVESTIGADORES DEL PROYECTO: 6

---

TÍTULO DEL PROYECTO: " Red temática en codificación y transmisión de contenidos multimedia"  
ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Educación y Ciencia (Ref.: TEC2010-11776-E)  
DURACIÓN DESDE: 15/07/2011 HASTA: 14/07/2012  
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Otoniel López Granado.  
IMPORTE DE LA SUBVENCIÓN: 12.000 € N° TOTAL INVESTIGADORES DEL PROYECTO: 154

---

## *Computación Paralela*

### **Enumeración actividad I+D:**

1. Desarrollo de algoritmos eficientes para la resolución paralela de sistemas lineales y no lineales, enfocados actualmente a la resolución de sistemas singulares.
2. Diseño de algoritmos paralelos haciendo uso del paradigma proporcionado por CUDA sobre GPUs.
3. Algoritmos paralelos para el cálculo del vector PageRank de Google.
4. Aplicación de la computación paralela al procesamiento de imagen/video
5. Propuestas paralelas del estándar HEVC
6. Desarrollo de interfaces de alto nivel a librerías paralelas.

### **Descripción:**

1. En esta línea de largo recorrido se sigue trabajando en el campo de la resolución de sistemas lineales y no lineales en arquitecturas paralelas. Seguimos trabajando con sistemas singulares, los cuales son sistemas complejos de resolver al no ser invertibles, y existen algunos métodos directos los cuales no permiten la resolución de grandes sistemas, por lo tanto estamos desarrollando métodos paralelos iterativos. Para sistemas no singulares desarrollamos nuevos métodos que explotan el paralelismo de las arquitecturas ofrecidas por las GPUs.
2. Línea de amplio recorrido y multidisciplinar en la que se busca explotar el paralelismo ofrecido por las GPUs en diversos campos científicos.
3. Tras los primeros resultados en la línea del cálculo eficiente del vector PageRank de Google, desarrollamos nuevos algoritmos y modificamos parámetros para la obtención de un vector PageRank de mayor calidad.
4. Se continúa en la optimización del cómputo de la transformada wavelet haciendo uso de la computación paralela, según los criterios del punto 2, y aplicando los resultados al procesamiento de imagen y vídeo.
5. El estándar HEVC propone estrategias de paralelización en su propuesta, dichas propuestas no ofrecen la posibilidad de trabajo en arquitecturas de memoria distribuida, se trabaja en esta línea en propuestas que puedan explotarse en arquitecturas de memoria distribuida y en implementar y analizar las propuestas en arquitecturas de memoria compartida.
6. Línea en estado dormido que será explotada de nuevo cuando los algoritmos de otras líneas ofrezcan buenos resultados en esta línea.



## **Publicaciones:**

### **GATCOM\_CP\_2013\_1**

Autores (p.o. de firma): O. López, M. P. Malumbres, H. Migallón y P. Piñol  
Título : Análisis de estrategias paralelas basadas en GOP sobre el nuevo estándar de video HEVC  
78-84-695-8330-2 - Actas de las XXIV Jornadas de paralelismo.  
Páginas: 288-293 Fecha: 2013  
Editorial (si libro): Universidad Complutense de Madrid

### **GATCOM\_CP\_2013\_2**

Autores (p.o. de firma): O. López-Granado, M.P. Malumbres, H. Migallón y P. Piñol  
Título : Analyzing GOP-based parallel strategies with the HEVC encoder  
978-84-616-2723-3 - Proceedings of the 12th International Conference on Computational and Mathematical Methods in Science and Engineering  
Páginas: 934-945 Fecha: 2013  
Editorial (si libro): CRC Press

### **GATCOM\_CP\_2013\_3**

Autores (p.o. de firma): J. Arnal, H. Migallón, V. Migallón, J.A. Palomino y J. Penadés  
Título : Parallel extrapolated algorithms for computing PageRank  
978-84-616-2723-3 - Proceedings of the 12th International Conference on Computational and Mathematical Methods in Science and Engineering  
Páginas: 130-139 Fecha: 2013  
Editorial (si libro): CRC Press

### **GATCOM\_CP\_2013\_4**

Autores (p.o. de firma): V. Galiano, O. López, M. P. Malumbres y H. Migallón  
Título : Fast 3D wavelet transform on multicore and many-core computing platforms  
Journal of Supercomputing 0920-8542 Clave: A  
Volumen: 63 Páginas, inicial:848 final:865 Fecha: 2013 DOI: 10.1007/s11227-013-0868-0

### **GATCOM\_CP\_2013\_5**

Autores (p.o. de firma): V. Galiano, O. López, M. P. Malumbres, L.A. Drummond y H. Migallón  
Título : GPU-based 3D lower tree wavelet video encoder  
Eurasip Journal on Advances in Signal Processing 1687-6180 Clave: A  
Volumen: 2013:24 Páginas, inicial:1 final:13 Fecha: 2013 DOI: 10.1186/1687-6180-2013-24

### **GATCOM\_CP\_2013\_6**

Autores (p.o. de firma): V. Galiano, O. López, M. P. Malumbres y H. Migallón  
Título : Multicore-based 3D-DWT video encoder  
Eurasip Journal on Advances in Signal Processing 1687-6180 Clave: A  
Volumen: 2013:84 Páginas, inicial:1 final:12 Fecha: 2013 DOI: 10.1186/1687-6180-2013-84

### **GATCOM\_CP\_2012\_7**

Autores (p.o. de firma): M. Martínez-Rach, O. López-Granado, V. Galiano, H. Migallón, J. Llor y M. P. Malumbres  
Título : Enhancing LTW image encoder with perceptual coding and GPU-optimized 2D-DWT transform  
Eurasip Journal on Advances in Signal Processing 1687-6180 Clave: A  
Volumen: 2013:141 Páginas, inicial:1 final:10 Fecha: 2013 DOI: 10.1186/1687-6180-2013-141



## **Proyectos I+D relacionados:**

---

TÍTULO DEL PROYECTO: Computacion de Altas Prestaciones y Sistemas Híbridos

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Ciencia e Innovación (TIN2011-26254)

DURACIÓN DESDE: 01/01/2012

HASTA: 31/12/2014

INVESTIGADOR PRINCIPAL: J. Arnal García

IMPORTE DE LA SUBVENCIÓN: 34727 €

Nº TOTAL INVESTIGADORES DEL PROYECTO: 9

---

TÍTULO DEL PROYECTO: Red de Computación de Altas Prestaciones sobre Arquitecturas Paralelas Heterogéneas (CAPAP-H4)

ENTIDAD FINANCIADORA: Ministerio de Ciencia e Innovación

DURACIÓN DESDE: 01/07/2013

HASTA: 31/06/2014

INVESTIGADOR PRINCIPAL: D. R. Llanos

IMPORTE DE LA SUBVENCIÓN: 18000 €

Nº TOTAL INVESTIGADORES DEL PROYECTO: 139

---

## Arquitecturas Web

### Enumeración actividad I+D:

1. **Estudio de eficiencia energética en un cluster de servidores web:** Obtención de resultados energéticos en real y mediante simulación.
2. **Políticas de diferenciación de servicios Token Bucket:** Comparación con algoritmos adaptativos token bucket del algoritmo de diferenciación de flujos

### Descripción:

1. **Estudio de eficiencia energética en un clúster de servidores web**  
Implementación de las medidas obtenidas en el modelo real en simulación, entre las que se incluyen datos de consumo eléctrico y métricas de rendimiento. Construcción de un modelo sencillo simulado en base a la utilización de la CPU.
2. **Políticas de diferenciación de servicios Token Bucket**  
Tras la introducción de adaptabilidad de la propuesta inicial, se ha trabajado en obtener resultados de simulación que la comparen con otro algoritmo adaptativo como SFD.

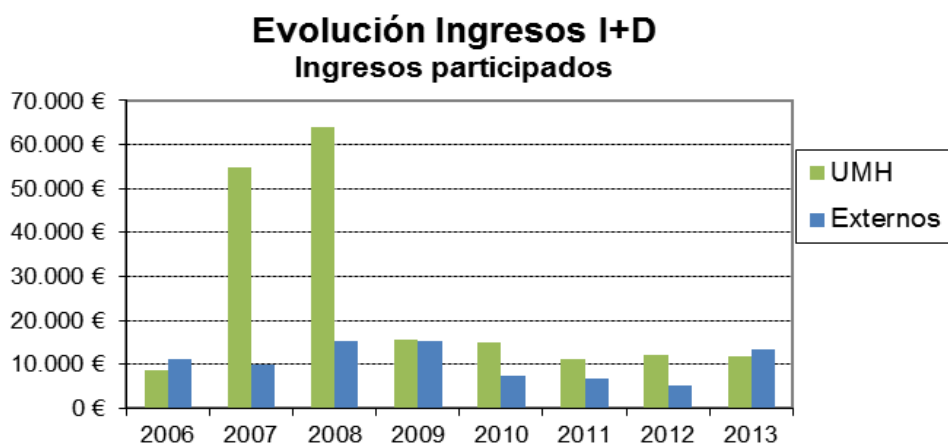
### Publicaciones:

Jose M. Sola-Morena, Katja Gilly, Carlos Juiz: An Approximation of Energy Efficiency in Web Systems. ICCS 2013: 2595-2598

JM Sola-Morena, K Gilly, C Juiz: Sustainability in Web server systems, Computers in Industry, 2013

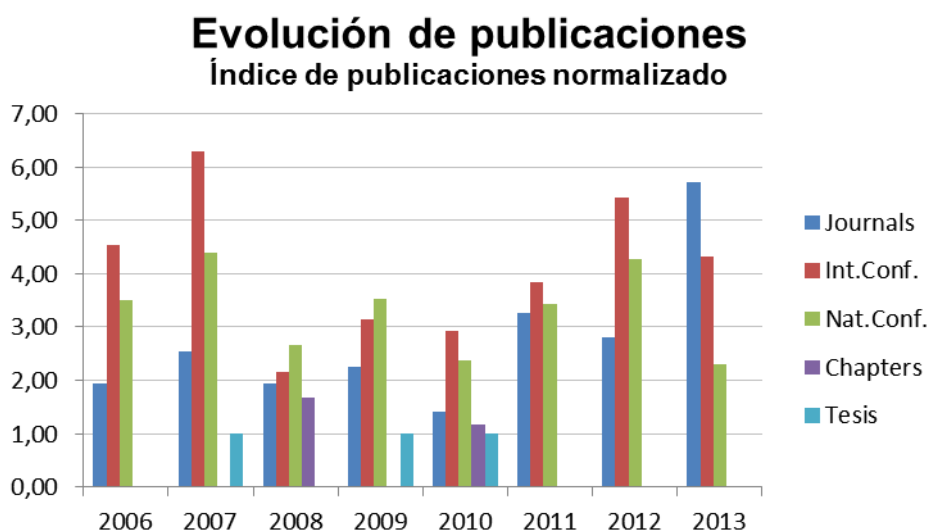
## Resultados Globales

### Ingresos de I+D



Los ingresos de I+D se han normalizado teniendo en cuenta la aportación de cada proyecto I+D activo en la anualidad correspondiente dividiéndolo por el número total de investigadores del mismo. En el caso de proyectos en los que participan investigadores externos, se acumula sólo el importe equivalente a los investigadores GATCOM que participan en ese proyecto. Se han distinguido proyectos gestionados en la UMH y proyectos externos en los que participan investigadores GATCOM.

### Publicaciones



En cuanto a las publicaciones, se ha calculado el índice de publicación como la suma de las participaciones ( $1/\#$ autores) que cada investigador GATCOM ha tenido en los trabajos publicados a lo largo del año.