

# AI-SENIOR: Entornos Ubicuos Inteligentes para la Monitorización de Personas Mayores Independientes

TIN2009-14372-C03

Investigador Principal: Roque Marín Morales

Presentado por: José Tomás Palma Méndez

Jornadas de Seguimiento de Proyectos MICINN 2011



# Universidad de Murcia: Grupo AIKE

## Artificial Intelligence and Knowledge Engineering

Investigador	Vinculación	Organismo
IP: Dr. Roque Marín Morales	CU	UM
Dr. José T. Palma Méndez	TU	UM
Dra. Isabel Navarrete Sánchez	TU	UM
Dr. Fernando Jiménez Barrionuevo	TU	UM
Dra. María A. Cárdenas Viedma	TU	UM
Dr. Manuel Campos Martínez	PCD	UM
Dr. José M. Juárez Herrero	PCD	UM
Dra. Gracia Sánchez Cárpena	TU	UM
Dr. Guido Sciavicco	RyC	UM
Dr. Antonio Morales Nicolás	Contratado Proy.	UM
Antonio Gomariz Peñalver	FPI	UM
Eduardo Lupiani Ruiz	FPI Proy.	UM
José Salort Rodríguez-Navas	FPI	UM

Doctores/No Doctores	12/4
Funcionarios/Investigadores contr./Becarios	10/1/2

# Universidad Politécnica de Cartagena: Grupo DETTS

## Diseño Electrónico y Tratamiento de la Señal

Investigador	Vinculación	Organismo
IP: Dr. Ramón Ruiz Merino	CU	UPCT
Dr. Ginés Doménech Asensi	TU	UPCT
Dr. Javier Garrigós Guerrero	TU	UPCT
Dr. Félix L. Martínez Viviente	TU	UPCT
Dr. Juan de la Cruz Martínez-Cabeza de Vaca Alajarín	PCD	UPCT
Dr. Juan Zapata Pérez	TEU	UPCT
José Alejandro López Alcantud	TEU	UPCT

Doctores/No Doctores	6/1
Funcionarios/Investigadores contr./Becarios	7/0/0

# Universidad Santiago de Compostela: Grupo GSI

## Grupo de Sistemas Inteligentes

Investigador	Vinculación	Organismo
IP: Dr. Paulo Félix Lamas	TU	USC
Dr. Jesús María Rodríguez Presedo	TU	USC
Dra. María Purificación Cariñena Amigo	PCD	USC
Dr. Abraham Otero Quintana	PCD	CEU
Dr. Carlos Zamarrón Sanz	PA	USC/SERGAS
Dr. José María García Acuña	PA	USC/SERGAS
Miguel Rodríguez Álvarez	FPU	USC
Tomás Teijeiro Campo	FPU	USC
David González Márquez	Contratado Proy.	USC
Daniel Castro Pereiro	Col. Predoc.	UNIOVI
Pablo Aguiar Souto	Lic.	SERGAS

Doctores/No Doctores	6/3
Funcionarios/Investigadores contr./Becarios	2/1/2

## Descripción general del proyecto

### Objetivo global

Propuesta, definición y desarrollo de modelos, técnicas, herramientas y dispositivos para el seguimiento de personas mayores que precisan de atención domiciliaria, con el fin de aumentar su calidad de vida, autonomía y disminuir costes en la atención dispensada.

- Este objetivo se articula en torno a tres ejes:
  - Proponer una infraestructura sensorial para cada contexto específico de seguimiento domiciliario. **Subproyecto AI-SENIOR-INSENS (UPCT)**.
  - Proponer modelos y técnicas de análisis inteligente de datos para reconocer situaciones y comportamientos particulares que requieren alguna acción. **Subproyecto AI-SENIOR-INTACT (UM)**.
  - Proponer modelos y técnicas que permitan caracterizar el estado y evolución de un enfermo mediante técnicas de análisis de bioseñales. **Subproyecto AI-SENIOR-TOUCH (USC)**.

## Descripción general del proyecto

- Aunque se plantea como plataforma genérica, se hará énfasis en tres poblaciones diana: personas con alguna EC, EPOC, o sin patología pero con necesidad de vigilancia para reconocer situaciones de riesgo.
- Este planteamiento conlleva las siguientes necesidades:
  - Un **seguimiento personalizable** en base a una arquitectura modular y abierta.
  - Una **asignación dinámica de niveles de alerta**, que se definirán en base a:
    - Predictores de riesgo genéricos y específicos.
    - Patrones temporales cronobiológicos.
    - Patrones de comportamiento personales aprendidos de los datos de vigilancia domiciliaria.
  - Un **razonamiento basado en el contexto** que, a través de distintas operaciones de abstracción, permita obtener información útil para detectar el contexto y su inclusión en procesos de razonamiento.
  - Un **seguimiento adaptativo** que permita al sistema adaptarse a los hábitos de comportamiento del sujeto monitorizado.

# Descripción general del proyecto: Subproyecto UM

## AI-SENIOR-INTACT (TIN2009-14372-C03-C01)

### Análisis de Datos Temporales para Aplicaciones Dependientes del Contexto

- **Objetivo:** Propuesta, diseño, desarrollo e implementación de modelos, técnicas y metodologías basadas en los principios de la Aml e IDA para el seguimiento domiciliario de personas mayores.

- OBJ-1-UM** Especificar, diseñar y desarrollar una arquitectura modular y abierta orientada a servicios y reconfigurable.
- OBJ-2-UM** Desarrollar un modelo de conocimiento basado en ontologías y mecanismos de gestión de información contextual.
- OBJ-3-UM** Proponer, diseñar y desarrollar modelos de razonamiento temporal sobre la información contextual.
- OBJ-4-UM** Proponer, diseñar y desarrollar técnicas de análisis inteligente de datos para detectar perfiles de riesgo y adaptar el sistema a un sujeto individual.
- OBJ-5-UM** Dotar al sistema de capacidad adaptativa mediante detección de los patrones de comportamiento.
- OBJ-6-UM** LOPD.
- OBJ-7-UM** Integración y evaluación.

# Descripción general del proyecto: Subproyecto UPCT

AI-SENIOR-INSENS (TIN2009-14372-C03-C02)

Infraestructura Sensorial para Entrada de Información

- **Objetivo:** Diseño e implementación de una infraestructura sensorial que proporcione la entrada de información para el seguimiento del atendido.

- OBJ-1-UPCT** Establecer las especificaciones de diseño de un conjunto de nodos sensores para un sistema de Aml.
- OBJ-2-UPCT** Diseño e implementación microelectrónica de los subsistemas de acondicionamiento analógico y convertidores A/D de bajo consumo.
- OBJ-3-UPCT** Diseño e implementación del subsistema digital de los nodos sensores sobre un microcontrolador empotrado (restricciones en consumo de potencia).
- OBJ-4-UPCT** Desarrollo e implementación del software de control de acceso al medio (protocolos multihop, compartición del canal y tolerancia de fallos).
- OBJ-5-UPCT** Desarrollo e implementación de mecanismos de reconfiguración de los nodos sensores a varios niveles.
- OBJ-6-UPCT** Estudio prospectivo de nuevas tecnologías y dispositivos para el desarrollo de nodos sensores (SoC, estructuras mecanizadas).
- OBJ-7-UPCT** Integración y evaluación.

# Descripción general del proyecto: Subproyecto USC

## AI-SENIOR-TOUCH (TIN2009-14372-C03-C03)

Razonamiento Temporal y Minería de Datos en Sistemas de Monitorización Ubicua para el Cuidado de las Enfermedades de EPOC y EC

- **Objetivo:** Proporcionar las funcionalidades de análisis y procesamiento inteligente de las señales fisiológicas que serán objeto de monitorización en personas atendidas que presentan EPOC y/o EC.

- OBJ-1-USC** Desarrollar técnicas de abstracción temporal de señales fisiológicas, para la identificación de eventos de interés fisiopatológico.
- OBJ-2-USC** Desarrollar técnicas de minería de datos temporales para el análisis de las señales fisiológicas, y su asociación con información de contexto.
- OBJ-3-USC** Desarrollar técnicas de representación visual de las señales.
- OBJ-4-USC** Proponer un modelo de interacción cardiopulmonar que ponga de manifiesto la relación entre EC y EPOC.
- OBJ-5-USC** Proponer y desarrollar un protocolo de seguimiento domiciliario de pacientes de EC y EPOC.
- OBJ-6-USC** Desarrollar un SBC para el seguimiento domiciliario de EC y EPOC para valorar la evolución y el riesgo.
- OBJ-7-USC** Validación y evaluación.

# Resultados: Producción AI-SENIOR

	Artículos		Congresos		Cap. Libros	Evaluación
	JCR	No JCR	CORE	no CORE		
<b>UM</b>	4	6	3	14	1	2
<b>UPCT</b>	3	2	0	1	0	3
<b>USC</b>	3	1	5	3	0	2
<b>TOT</b>	10	9	8	18	1	

# Resultados: Producción UM

	Artículos		Congresos		Cap. Libros	Evaluación
	JCR	No JCR	CORE	no CORE		
<b>UM</b>	<b>4</b>	6	<b>3</b>	14	1	2

- 1 Elisabet Ortiz-Tudela, Antonio Martínez-Nicolas, Manuel Campos, María Ángeles Rol, Juan Antonio Madrid. **A New Integrated Variable Based on Thermometry, Actimetry and Body Position (TAP) to Evaluate Circadian System Status in Humans.** *PLOS Computational Biology*. ISSN 1553-734X. Vol. 6 (11). 2011.
- 2 J. Palma, F. Gomez de Leon, M. Campos, G. Carceles. **Scheduling of Maintenance Work: a constraint-based approach.** *Expert Systems with Applications*. Vol 37(4), pp. 2963-2973, 2010.
- 3 J. M. Juarez, M. Campos, J. Palma, R. Marin. **T-CARE: Temporal Case Retrieval Systems.** *Expert Systems.*, vol.413/ 28 , N°4 ,324-338, 2011.
- 4 J. Cañadas, J. Palma, S. Túnez. **Defining Semantic of Rule-based Web Applications Through Model-Driven Development.** *International Journal of Applied Mathematics and Computer Sciences*. Vol. 794/21, 1 , pp. 41-55, 2011.
- 5 D. Della Monica, V. Goranko, A. Montanari, and G. Sciavicco. **Expressiveness of the Interval Logics of Allen's Relations on the Class 2011 of all Linear Orders: Complete Classification.** *Proceeding of the 22th International Joint Conference Artificial Intelligence (IJCAI 2011)*, 2011, 845 - 850. 2011.

# Resultados: Producción UPCT

	Artículos		Congresos		Cap. Libros	Evaluación
	JCR	No JCR	CORE	no CORE		
<b>UPCT</b>	<b>3</b>	2	<b>0</b>	1	0	3

- 1 Juan Zapata, Rafael Vilar, and Ramón Ruiz. 2011. **Performance evaluation of an automatic inspection system of weld defects in radiographic images based on neuro-classifiers.** *Expert System with Applications*. 38, 7 (July 2011), 8812-8824.
- 2 Maria-Dolores Cano, Gines Domenech-Asensi. **A secure energy-efficient m-banking application for mobile devices.** *The Journal of Systems and Software* 84 (2011) 1899– 1909.
- 3 Francisco J. Fernández-Luque, David Pérez, Félix Martínez, Ginés Doménech, Juan Zapata, Ramón Ruiz. **Low-Power Occupancy Sensor Based on EMFi for an Ambient Assisted Living System.** *Sensors and Actuators* (En Revisión).
- 4 Francisco J. Fernández-Luque, David Pérez, Félix Martínez, Ginés Doménech, Juan Zapata, Ramón Ruiz. **An Energy Efficient Middleware for an Ad-hoc AAL Wireless Sensor Network.** *Ad Hoc Networks*. (En Revisión).
- 5 Roberto Paoli; Francisco J Fernández-Luque; Juan Zapata. **A System for Ubiquitous Fall Monitoring at Home via a Wireless Sensor Network and a Wearable Mote.** *Expert System with Applications* (En Revisión).

# Resultados: Producción USC

	Artículos		Congresos		Cap. Libros	Evaluación
	JCR	No JCR	CORE	no CORE		
USC	3	1	5	3	0	

- 1 A. Otero, P. Félix and M.R. Álvarez. **Algorithms for the analysis of polysomnographic recordings with customizable criteria.** *Expert Systems with Applications*, 38 (2011), 10133-10146.
- 2 A. Otero, F. Palacios, T. Akinfiyev and A. Apalkov. **A low cost device for monitoring the urine output of critical care patients.** *Sensors* 2010(12), 10714-10732.
- 3 A. Otero, P. Félix y S. Barro. **A Structural Knowledge-Based Proposal for the Identification and Characterization of Apnoea Episodes.** *Applied Soft Computing Journal*. In press
- 4 M.R. Álvarez, P. Félix, P. Cariñena and A. Otero. **A data mining algorithm for inducing temporal constraint networks.** *In Proceedings of the IPMU 2010. Lecture Notes in Artificial Intelligence*, vol. 6178, pp. 300-309, 2010.
- 5 A. Otero, P. Félix, J. Presedo and C. Zamarrón. **Evaluation of an alternative definition for the Apnea-Hypopnea Index.** *32nd Annual International Conference of the IEEE EMBS*, pp. 4654-4657, 2010.

## Resultados: Transferencia

### ● Contratos:

- **Análisis inteligente de datos y técnicas de razonamiento temporal para el desarrollo de capacidades adaptativas en dispositivos de inteligencia ambiental.** Financiado por la empresa AMI2 (1/10/2009 - 31/12/2010) y con un presupuesto de 29.755€.
- **Desarrollo de un nodo sensor inalámbrico itinerante y un dispositivo inalámbrico detector de caídas.** Financiado por la empresa AMI2 (8/4/2008 - 0/10/2011) y con un presupuesto de 23.188€.

### ● Proyectos de Transferencia:

- **Dispositivo Inteligente de Alerta Adaptable. Sensibilidad al Contexto y Análisis Inteligente de Datos para la Monitorización Adaptativa (TRA2009-041).** Proyecto TRACE (1/1/2010-31/12/2012) con un presupuesto de 165,770€.
- **DIA: Dispositivo Inteligente de Alerta (2009.03.ID+I.0015).** Proyecto financiado por el Instituto de Fomento de la Región de Murcia (1/1/2010-31/12/2012), liderado por la empresa AMI2 y con un presupuesto de 156.481,94€.

## Resultados: Transferencia

- **Proyectos de Transferencia (Cont.):**
  - **CARDINEA-Evaluación y optimización de procesos de actividades de personal sanitario y pacientes en el entorno hospitalario (TSI-020302-2009-43).** Proyecto del plan Avanza 2 (1/9/2009-31/12/2012) con un presupuesto de para el subproyecto de la UM de 67.139€.
  - **MSI: Mobiliario sensorial inteligente (TSI-020302-2010-171).** Proyecto del plan Avanza Competitividad (28/9/2010-31/12/2012) con un presupuesto total de 613.553,26€ (11.879,88 subproyecto UM).
  - **Contrato de servizos de cooperación no desenvolvemento do proxecto 'Diapasom' para o Centro de Innovación e Servizos, Tecnoloxía e Deseño.** Fundación para o Fomento da Calidade Industrial e o Desenvolvemento Tecnolóxico de Galicia (14/05/2009-31/10/2011) con un presupuesto de 57.500€.
- **Proyectos Regionales:**
  - **Descubrimiento de conocimiento temporal para el estudio del envejecimiento de los ritmos circadianos en humanos (08853/PI/08).** Proyecto por la Fundación Séneca de la Región de Murcia (1/1/2009-31/12/2010) con un presupuesto de 18.000€.

## Resultados: Transferencia

- **Proyectos Regionales (Cont.):**
  - **Sistema de Inteligencia Ambiental Basado en CBR Temporal para Detección de Riesgos de Salud para Ancianos que Viven Solos: Prospección en el Alzheimer y Demencia Fronto Temporal.** Proyecto por la Fundación Séneca de la Región de Murcia (1/1/2011-31/12/2012) con un presupuesto de 18.700€.
  - **Infraestructura Sensorial Domiciliaria de Bajo Consumo para el Seguimiento de Personas Mayores.** Red financiada por la Fundación Séneca (1/1/2011-31/12/2012) de la Región de Murcia con un presupuesto de 30.000€.
  - **Un sistema para o seguimiento domiciliario de pacientes con EPOC.** Xunta de Galicia (1/10/2008-08/10/2011) con un presupuesto de 46.460€.
  - **Red Infinite-Salud.** Red financiada por la Fundación Séneca (31/9/2011-1/10/2012) de la Región de Murcia con un presupuesto de 30.000€.
- **Otras Consideraciones:**
  - Resultados del proyectos y otras líneas de investigación fueron presentados en las **Jornadas de identificación de oportunidades** organizadas por TICBIOMED y celebradas el 23/2/2010 y 14/7/2011.

## Resultados: Transferencia

- **Otras consideraciones (Cont.):**

- Las líneas de investigación desarrolladas en este proyecto y anteriores han permitido a los grupos estar entre los fundadores de dos institutos de investigación:
  - **Centro de Investigación en Tecnologías de la Información (CITIUS)**, dependiente de la USC.
  - **Instituto de Investigación de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones Orientadas (INTICO)**, dependiente de la UM.
- La empresa AMI2 con la que se colabora en la línea principal de este proyecto es una EBT en la que participan varios investigadores de este proyecto.
- En la actualidad existe un prototipo en explotación del sistema de vigilancia domiciliaria en 100 casas de la Región de Murcia, lo que está permitiendo obtener información que nos permite desarrollar los objetivos del proyecto.
- Dicho prototipo está siendo comercializado por la empresa AMI2 que está iniciando su venta en otros países.

## Resultados: Formación

	Tesis Doctorales <sup>3</sup>	TFM/Tesinas	TFG/PFC
<b>UM</b>	3  (3  )	3 	2 
<b>UPCT</b>	0 (1  )	1	1 
<b>USC</b>	0 (4)	2	2

- Dos de las tesis están siendo codirigidas por investigadores pertenecientes a algunos de los investigadores citados en el apartado de Colaboración Internacional (transparencia 23).
- Una de las tesis está siendo desarrolladas por el personal de la empresa AMI2.
- Dos de las TFM enumeradas han sido desarrolladas por el personal de la empresa AMI2.

<sup>3</sup>Entre paréntesis tesis en desarrollo

# Colaboración Internacional

Investigador	Organismo	Línea
Angelo Montanari	University of Udine 	Lógicas temporales
Valentin Goranko	Technical University of Denmark 	Lógicas temporales
Abdul Sattar	Griffith University 	Razonamiento temporal
Ameen Abu-Hanna	University of Amsterdam 	Minería de datos temp.
Bart Goethals	University de Antwerpen 	Minería de datos temp.
Carlo Combi	University of Verona 	CBR temporal
Susan Crow	Robert Gordon University 	CBR case selection
Joseph Salzman	Technion-Israel Institute 	Materiales piroeléctricos

# Colaboración Internacional

- Convocatorias de la Unión Europea en las que se ha participado:
  - **BeHealthy (FP7-REGIONS-2010-1)**. Propuesta denegada en la que participaron instituciones de España, Holanda, Suecia, Alemania y Polonia.
  - **COMPASS (AAL-2011-4-026)**. Propuesta en evaluación en la que participan instituciones de España, Suiza, Austria, Italia.
  - **ARES++ (FP7-REGPOT-2012-2013-1)**. Propuesta que se presentará a final de año y en el que participan instituciones de España, Irlanda, Alemania, Noruega, Eslovenia, Serbia e Israel.
- Merece la pena destacar dentro de la colaboración internacional:
  - Organización del congreso core A **Artificial Intelligence in Medicine (AIME)** en Murcia el año 2013.
  - Organización del workshop AIHealth 2011 en CAEPIA 2011.