

Boletín Robótica

Jornadas Nacionales de Robotica

En este número:

- Jornadas de Robótica
- Página Web GTRob
- Organización GTRob
- Grupos investigación
- Proyectos CICYT
- Proyectos industria
- Proyectos Europeos
- Entrevista A. Ollero
- Noticias

Las Jornadas Nacionales de Robótica tendrán lugar los días 6 y 7 de Abril de 2005 en Santander y serán organizadas por el Prof. Juan Pérez Oria de esa Universidad (oria@teisa.unican.es). El objetivo de estas Jornadas Nacionales es agrupar las reuniones periódicas que organiza desde hace unos años el Grupo Temático de Robótica del Comité Español de Automática (CEA-GTRob) con las reuniones de seguimiento de los proyectos de Robótica y temas afines que lleva a cabo el Plan Nacional de I+D+I dentro de su programa de Diseño y Producción Industrial (DPI). Por primera vez ambos acontecimientos están coordinados y se celebran en días consecutivos. La agenda de las Jornadas es la siguiente:

6 de Abril de 2005

- 9:00-9:30 Bienvenida
- 9:30-11:30 Conferencia invitada del Prof. A. Bicchi (Universidad de Pisa, Italia)
- 11:30-12:00 Café
- 12:00-13:30 Informes de sociedades y redes temáticas: ICRA'2005, EURON, AER-IFR, CLAWAR, IEEE Spanish Chapter, IARRC
- 13:30-15:00 Comida
- 15:00-17:00 Actividades GTRob
- 16:00-17:30 Café
- 17:30 - 18:30 Mesa redonda "Fuentes de financiación de I+D en Robótica"

7 de Abril de 2005

- 9:00 - 14:00 Revisión de los proyectos de Robótica del Plan Nacional de I+D+I en el programa DPI (2003-2005).

Lanzamiento de la página Web GTRob

La página WEB del grupo temático de robótica (GTRob) del Comité Español de Automática, pretende ser una herramienta ágil y dinámica que facilite el acercamiento entre los investigadores españoles en robótica, contribuyendo de esta manera al avance científico y tecnológico de la investigación en este área.

Acorde con la filosofía del grupo y la estructuración definida por el coordinador: Carlos Balaguer, sus contenidos se configuran de una manera participativa, estando la responsabilidad de cada apartado asignada a diferentes colegas pertenecientes a los muchos grupos que configuran la investigación en robótica en el CEA.

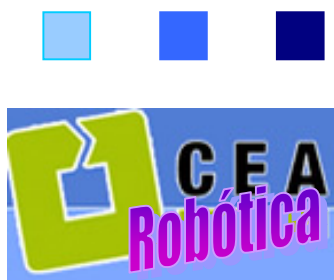
Sus contenidos están abiertos a cuantas sugerencias y aportaciones quiera realizar cualquier miembro del grupo.

Junto con las páginas correspondientes a la presentación y el modo de contactar con el grupo, el WEB mantiene información relativa a:

- **Actividades:** Donde se mantiene actualizada la información relativa a congresos, reuniones científicas u otras actividades científicas afines, tanto nacionales como internacionales.
- **Socios:** Donde se incluye el listado nominativo de todos los miembros pertenecientes al grupo.
- **Grupos:** Donde aparecen todos los grupos con información a su localización, miembros y líneas de interés más destacadas
- **Proyectos:** Recogiendo los proyectos de I+D más recientes de los grupos participantes

→ Continúa en la página 5





Organización GTRob

Continuamos con la presentación de cinco miembros más de la nueva estructura organizativa del Grupo Temático de Robótica de la CEA. La lista completa del equipo de trabajo del GTRob es la siguiente:

Coordinador: Carlos Balaguer (UC3M)
Suplente: Alicia Casals (UPC)
Secretario: Rafael Sanz (UVigo)

Boletín: Marc Carreras (UdG)
Cursos: Pedro J. Sanz (UJI)
Docencia: Juan Carlos Álvarez (UniOvi)
Equipos Hardware: Joaquín Ferruz (US)
Grupos: Andrés García (UCLM)
Industria: Pablo González (CSIC-IAI)
Internacional: Enric Xavier Martín (UPC)
Sensores: Jesús Manuel Gomez (UMa)
Software: Martín Mellado (UPV)
Tesis: Juan Tardos (UniZar)
web: Antonio Barrientos (UPM)

Responsables de actividades:

Perfil del equipo (II)



Carlos Balaguer es Catedrático en la Universidad Carlos III de Madrid. Pertenecer al Laboratorio de Robótica. Su investigación se centra en el diseño, desarrollo y control de robots, planificación de tareas y trayectorias, control de fuerza y momento, robótica asistencial y de servicio, robots escaladores, robots humanoides y caminadores, e interacción hombre-robot.



Pablo González de Santos es investigador del Instituto de Automática Industrial (CSIC). Su investigación se centra en el desarrollo de nuevas tecnologías para robots manipuladores y caminantes. Su interés particular se enfoca al desarrollo de nuevos modos de caminar, dinámica, calibración, control de fuerza y distribución de fuerzas, y sensores para robots.



Juan Domingo Tardós Solano es Profesor Titular de la Universidad de Zaragoza. Pertenecer al grupo de Robótica, Percepción y Tiempo Real. Sus áreas de interés son: robots móviles, localización y construcción de mapas (SLAM), modelado 3D de entornos y robótica de rescate.



Enric X. Martín es profesor asociado en la Universitat Politècnica de Catalunya, realiza sus investigaciones en realidad aumentada con la Universidad de Toronto, en robótica móvil en la UPC y en un proyecto de adaptación de la educación en ingeniería a personas discapacitadas con el KTH de Estocolmo. Es secretario del Spanish Chapter de la RAS del IEEE.



Marc Carreras es profesor colaborador en la Universidad de Girona. Pertenecer al grupo de Visión por Computador y Robótica (VICOROB). Su investigación se centra en el diseño, desarrollo y control de robots submarinos, arquitecturas de control y aprendizaje.

Continuará en el próximo número

Universidad Politécnica de Valencia

El Grupo de Investigación en Robótica del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática (DISA), Instituto en Automática e Informática (ai2) de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), agrupa las actividades llevadas a cabo por sus nueve investigadores (5 doctores) en el campo de la robótica en sus diferentes aspectos y plataformas (brazos articulados y robots móviles). El grupo de investigación se encuentra organizado en cuatro líneas de investigación: control dinámico de robots, planificación automática de vehículos, tele-robótica y visión activa. Como proyectos más relevantes en activo destacan:

- Integration of manufacturing systems for mass-manufacture of micro-products (MASMICRO) de financiación europea (VI PM)

- Entorno virtual de modelado y monitorización de robots móviles y

sistemas sensoriales (EVROS) de financiación nacional (MCyT).

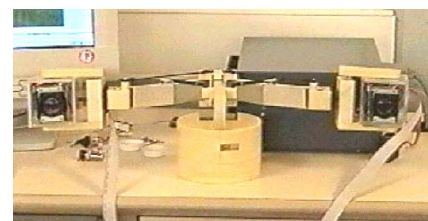
- Desarrollo de tecnologías para la automatización de procesos inteligentes de desfabricación empleando sistemas de visión artificial (TECNIDEVA) de financiación nacional (MCyT).

- Diseño y evaluación de sistemas para el desensamblado automático de productos (DESARMAR) de financiación autonómica (GV).

Contacto:

Martin Mellado (martin@isa.upv.es)

<http://robotica.isa.upv.es>



Grupos
Robótica

Universidad de Oviedo

El grupo "Sistemas Multisensor y Robótica" (SiMuR) de la Universidad de Oviedo reúne a 11 profesores del área de Ingeniería de Sistemas y Automática, ubicados en los edificios departamentales del nuevo campus de Gijón. Desde sus orígenes, hacia 1988, se han ido desarrollando varias líneas de investigación:

- Desarrollo de Células Robotizadas.
- Desarrollo de Robots Móviles para Células Flexibles.

- Comunicaciones industriales en Tiempo Real.

- Robots Móviles Autónomos: planificación del movimiento basada en sensores, localización, evitación local de obstáculos.

- Visión Estéreo en Tiempo Real; aplicaciones en robótica.

- Redes de Sensores: localización en redes distribuidas de ultrasonidos, en redes 802.11, RFIDS

- Gestión de Sensores e Integración Sensorial.

- Computación ubicua e Inteligencia Ambiental.

- Sistemas de Localización Personal.

Contacto:

Juan Carlos Alvarez Alvarez

(juan@uniovi.es)

<http://isa.uniovi.es/simur>





Robot bibliotecario (programa DPI) Universidad Jaume I

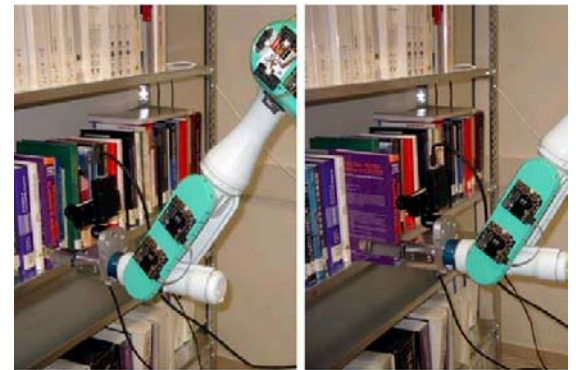
El objetivo del robot bibliotecario, desarrollado en el Robotic Intelligence Lab de la Universidad Jaume I, es buscar y coger un libro solicitado por un usuario.

La operación empieza cuando el usuario pide un libro por su nombre o código, bien a través de Internet o por comandos de voz. Entonces, el robot tiene el objetivo de buscar el libro en las estanterías de una librería estándar, cogerlo y llevarlo al usuario. La única información que se dispone es el código del libro, escrito en una etiqueta la cual es leída por un sistema de visión. Este proyecto integra diferentes disciplinas como la planificación de trayectorias, la percepción visual y la manipulación basada en múltiples sensores, todas

relacionadas entre ellas por un sistema de razonamiento.

Contacto:

Angel P. del Pobil (pobil@icc.uji.es)
<http://www.robot.uji.es/research/projects/librarian/>



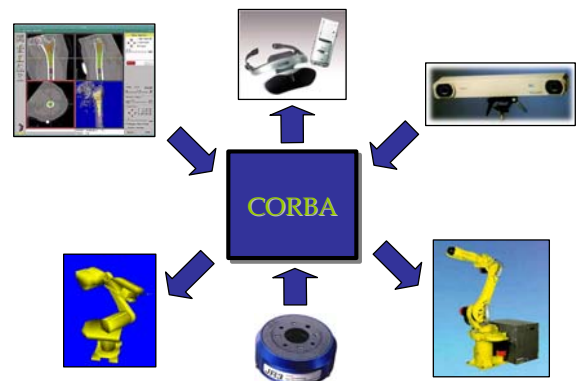
Proyecto SIROCO de cirugía robotizada Universidad Politécnica de Cartagena

El objetivo principal del proyecto es el desarrollo de sistemas que permitan la integración de dispositivos imprescindibles en un futuro quirófano asistido por robot, tales como localizadores 3D, unidades mecánicas poliarticuladas, navegadores de precisión, elementos de mecanizado, etc.... La problemática asociada con esta integración es la heterogeneidad de estos elementos. En este proyecto se pretende abordar la problemática de la integración desarrollando una arquitectura de comunicaciones flexible, robusta e integradora basada en CORBA. Así mismo, para demostrar la bondad de los resultados, se ha desarrollado un localizador 3D óptico, una unidad de mecanizado (subproyecto CARETIF Valladolid) acoplado a dos unidades

mecánicas diferentes (Stubuli y Fanuc), así como un sistema de navegación quirúrgico para la interfaz con el cirujano (Subproyecto MediCLAB Valencia).

Contacto:

Andrés Iborra
(Andres.Iborra@upct.es)
<http://www.dte.upct.es>



CARTIF - Automatización del mecanizado de piezas de poliamida mediante robot guiado por visión

El presente proyecto, realizado para la empresa Plásticos Dúrex S.A., se inscribe en el proceso de fabricación de piezas plásticas (de poliamida) para amortiguador de camión. Dichas piezas son fabricadas en una máquina de inyección, y pasan luego por un proceso de mecanizado en torno.

CARTIF ha automatizado el proceso mediante un sistema que consta de diversas cintas transportadoras, un ascensor-volquete neumático, un sistema de visión para identificar la posición y orientación de las piezas en una de las cintas, un robot de 6 grados de libertad, un torno modificado y un sistema de alimentación para las bolsas de embalaje.

Tras la inyección las piezas pasan al sistema de cintas, donde el sistema de visión las detecta e informa al robot de su posición y orientación. Cuando éste está disponible recoge la pieza y la coloca en el torno para realizar el mecanizado. Tras esto elimina las posibles virutas y la deposita en su embalaje.

El sistema permite seleccionar cinco modelos de piezas y más de sesenta compensaciones de diámetros, tanto desde la consola del robot como desde un ordenador situado en el laboratorio de metrología.

El robot centraliza las comunicaciones, utilizando RS232, DeviceNet y EtherNet.

Contacto:

Eduardo Zalama Casanova
(ezalama@eis.uva.es)
Universidad de Valladolid



Lanzamiento de la página Web GTRob (continuación)

- **Inventario:** Fundamentalmente equipos HW y SW relativos a la robótica.
- **Publicaciones:** Tesis, Publicaciones científicas y docentes.
- **Empresas:** Listado de empresas con actividad en el campo de la robótica.
- **Enlaces:** Páginas con contenidos interesantes para la comunidad del GTRob.
- **Organización:** Estructura del grupo, reglamento interno y otros aspectos organizativos.
- **Boletín:** Desde donde se pueden descargar los números editados del Boletín del Grupo de Robótica de CEA.

los participantes en el GTRob, siendo su utilidad función directa del grado de colaboración y contribución.

Buena parte de la información del WEB queda estructurada alrededor de los grupos, por lo que os animamos a todos a que completéis y enviéis cuanto antes la ficha de inscripción de grupos.

Otras informaciones (proyectos, publicaciones, etc.) se irán completando tan pronto como sea posible. Confiamos en que en un plazo cercano, la página quede enriquecida con unos contenidos que sean de gran utilidad a toda la comunidad de investigadores en robótica en España.

Todos los contenidos del WEB se nutren de las aportaciones generadas por todos

Adrian Mora y Antonio Barrientos
Gestores del WEB del GTRob del CEA

| | 2005 | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------|-----|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| | Oct | Nov | Dic | Jan | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
| ICRA | | | | | | | | 19.22 | | | | | | | |
| Robotics | | | | p.17 | e.15 | | | | 6.11 | | | | | | |
| IBOS | | | | | | p.1 | w.1 | e.1 | | 2.4 | | | | | |
| CDC/CCC | | | | | | | | | | | | | | | 10.15 |
| Orbita | | p.8 | e.2 | | | | 11.23 | | | | | | | | |
| ISMS | | | e.18 | e.15 | | | | | 25.28 | | | | | | |
| MC | | | p.15 | e.5 | | 16.18 | | | | | | | | | |
| Robotics | | | p.31 | e.27 | | | | | | | | | | | |
| Campesino | | | p.31 | e.27 | | | | | | | | | | | |

Comité Español de Automática
Grupo de Robótica

Presentación Actividades Socios Grupos Interés

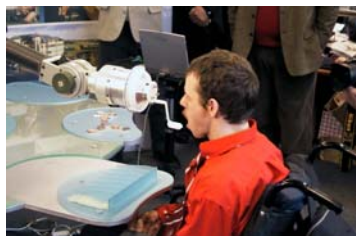
Actividades

- Lista de actividades del GTRob
- Calendario de eventos en España
- Calendario de eventos internacionales
- Libro blanco de la robótica en España
- Formación

Proyectos Inventario Publicaciones Empresas Sugestiones y problemas

Enlaces Organización Contacto Boletín

Proyectos
Europeos



Proyecto MATS (5º PM, programa IST)

Universidad Carlos III de Madrid

El robot MATS desarrollado por el Robotics Lab de la Universidad Carlos III de Madrid en el marco del proyecto de del programa IST tiene por objetivo facilitar las condiciones de vida en entornos domésticos de las personas discapacitadas y de la tercera edad con problemas de movilidad.

Frente a otros desarrollos el robot MATS presenta un concepto innovador de robots asistenciales. El robot es capaz de adaptarse a diferentes entornos de la casa e inclusive desplazarse por la estructura de la misma. El robot puede moverse por las paredes de una habitación, estar anclado a la silla de ruedas y moverse con ella, etc. Para ello, la casa debe estar equipada con un sencillo sistema de anclajes (docking stations) que permite al robot "saltar", por ejemplo, de la pared a la silla de ruedas.

La otra innovación del robot MATS es su gran autonomía. El robot es un manipulador de 5 gdl de estructura simétrica que cuenta en cada uno de sus extremos con una pinza y un mecanismo de anclaje a la "docking station". El robot tiene un alcance superior a un brazo humano (del orden de 1.3 m) y puede transportar un peso de hasta de 2 kg. en su extremo. La autonomía del robot MATS se refleja en que todo el sistema de control (computadores, electrónica, transmisiones, etc.) esta embarcado en el robot cuyo peso no supera los 11 kg. Con este peso, el robot es fácilmente transportado por una sola persona a otra dependencia. De esta manera, se ha creado el concepto de robot asistencial portable.

Contacto:

Carlos Balaguer (balaguer@ing.uc3m.es)
<http://roboticslab.uc3m.es>

NOTICIAS

Actividades de la red GUIA-EX

La red temática nacional GUIA-EX: Grupo de Interés en Sistemas Inteligentes Vehiculares para Exteriores (<http://www.uc3m.es/isa/ISL/GUIAEX/GuiaEx.html>) financiada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, ha participado recientemente en el 10º International Conference on Computer Aided Systems Theory (EUROCAST'2005)

celebrado en el mes de Febrero en Las Palmas de Gran Canaria. GUIA-EX participó mediante la organización de la sesión IX, dedicada a "Intelligent Vehicular Systems", dirigida por el Prof. Darío Maravall y el Dr. Ricardo García Rosa. Se presentaron 8 comunicaciones de las que 5 eran de grupos de GUIA-EX.

Actividades de la IFR

La gran cita anual de la International Federation of Robotics (IFR) - <http://www.ifr.org>, el International Symposium on Robotics ISR, tendrá lugar este año en Tokio, Japón, del 29 de noviembre al 1 de diciembre de 2005 y corresponderá a la 36ª edición de este simposio. En consonancia con el carácter industrial del ISR, y como es tradicional, en

paralelo con él se celebrará una feria de robótica que se extenderá del 30 de noviembre al 3 de diciembre.

La Robótica Industrial abarcar en el ISR aspectos mucho más generales. Esta tendencia quedó reflejada en la 35ª edición celebrada en París, en que hubo 3 sesiones invitadas sobre Robótica biomimética, Robots trepadores y caminantes.

→ Continúa en la página 8

Entrevista Aníbal Ollero

Catedrático de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad de Sevilla, Chairman del Coordinating Committee "Mechatronics, Robotics and Components" de la IFAC y distinguido investigador en el mundo de la robótica.

Pregunta. ¿Cómo ve el futuro de la Robótica y cual son las líneas prioritarias de investigación?

Respuesta. La contemplación de los avances en robótica suele estimular la imaginación y creatividad de las personas, particularmente de los no especialistas. Este hecho, que en principio es bueno, hace también posible que se creen expectativas que en bastantes casos no se corresponden con la realidad. Por tanto, cuando se piensa en el futuro de la robótica, es necesario hacer un esfuerzo de realismo y tener en cuenta que las predicciones de hace algunos decenios no se han cumplido.

La robótica industrial ha alcanzado logros importantes y ha hecho posible producir de forma flexible, haciendo frente a una demanda diversificada y cambiante. Esta robótica puede considerarse como un campo consolidado. Sin embargo, estamos todavía en los comienzos de la robótica para servicios, robots personales y robots autónomos para aplicaciones en entornos naturales. Por tanto, quizás sean estas líneas las que requieran más esfuerzo de investigación.

P. ¿Cree que los grupos de investigación españoles están preparados para abordar estos retos y coger el tren de la innovación?

R. En España se ha progresado mucho en los últimos diez años. Quizás falta todavía una mejor articulación entre los desarrollos de los Centros de Investigación y los productos de las empresas, aunque este problema no es específico de esta disciplina. Desde el punto de vista académico, no se valora suficientemente el tiempo y los esfuerzos dedicados a construir

prototipos de robots, especialmente prototipos próximos a las aplicaciones. Estos prototipos juegan un papel importante en la innovación.

P. ¿Cuál, en su opinión, es el nivel de ayudas y financiación de la Robótica en España?

R. De acuerdo con nuestra experiencia, en los últimos años, los proyectos de robótica han recibido dotaciones relativamente menores que las que se conseguían hace una decenio. Quizás esto se deba a los problemas generales que ha tenido la financiación de la investigación en España. En segundo lugar cabe indicar que han surgido campos tecnológicos que han atraído más financiación. Antes existían en el Plan Nacional áreas que se ocupaban de la robótica y la automatización. Desde hace algunos años la robótica forma parte de programas mucho más amplios.

Por lo que respecta al desarrollo y la innovación, pensar que se puede hacer realmente investigación en robótica mediante programas como el PROFIT, en el que las subvenciones son muy bajas y se priman los créditos sin interés, es poco realista. Este programa no es suficientemente atractivo para las pequeñas y medianas empresas que son gran mayoría en nuestro país. Por otra parte, hemos podido observar que si una empresa grande está realmente interesada en un determinado desarrollo, lo aborda inmediatamente o establece de forma directa el contacto con un grupo de investigación sin acudir, al menos en principio, al mencionado programa. Resulta difícil entender como se consigue una subvención del 50% en proyectos de colaboración con empresas de los Programas Europeos mientras que aquí se ofrece menos de la mitad.

P. ¿Es comparable al de otros países de nuestro entorno?

R. Depende de lo que se entienda que es nuestro entorno. Si nos referimos a



los países líderes de la Comunidad Europea, es claro que nuestra posición, en la investigación aplicada en general, es mucho más baja. Existen diversas razones. En primer lugar el apoyo de las empresas es mucho menor en España.

En segundo, si se pretende hacer investigación aplicada en robótica comparable a la de los mencionados países, y en particular Alemania y Francia, las subvenciones de los Programas Nacionales a los proyectos deben ser de mayor cuantía.

Por otra parte, los resultados de la comparación con la financiación en EEUU de América son abrumadores. Es frecuente relacionarse con colegas cuya financiación es de órdenes de magnitud mayor. Se encuentran también proyectos con objetivos no muy diferentes que reciben una financiación mucho mayor.

P. ¿Cuál es la situación de la robótica en la IFAC?

R. La robótica formaba parte anteriormente del Comité de Coordinación denominado "Manufacturing and Instrumentation", por lo que, al menos formalmente, estaba más ligada a la robótica de fabricación.

Desde el último Congreso Mundial de Barcelona forma parte del Comité de Coordinación "Mechatronics, Robotics and Components", que tiene un carácter tecnológico transversal. En este sentido ha ampliado su campo estando también relacionada con las aplicaciones que se mencionaban más arriba.

**Editado por**

Grupo Temático de Robótica

Comité Español de Automática

Coordinador:

Carlos Balaguer

Universidad Carlos III
balaguer@ing.uc3m.es**Editor:**

Marc Carreras

Universidad de Girona
marc.carreras@udg.es

NOTICIAS (continuación)

Capítulo español RAS-IEEE

El capítulo español de la Sociedad de Robótica y Automatización del IEEE se propone ser un vínculo entre los diferentes grupos de trabajo en el área presentes en España, el grupo temático de robótica del CEA y la *Robotics and Automation Society del IEEE*. Concretamente, potenciará el intercambio de conocimiento y experiencias, la publicación y difusión de los mismos, la realización de

encuentros periódicos, las visitas de *distinguished lecturers*, la enseñanza universitaria en las disciplinas y la relación de los investigadores con las empresas del sector.

Contacto:

Enric Xavier Martín
(enric.xavier.martin@upc.es)
<http://sc-ras.upc.es/>

Reunión anual del EURON

Durante los días 15 y 17 de Febrero, se celebró en Varsovia la reunión anual de la Red Europea de Excelencia de Robótica EURON. El número de asistentes a la misma superó los 200 procedentes de la mayoría de los países europeos. De entre ellos hubo 22 representantes españoles de Alicante, Barcelona, Castellón, Elche, Girona, Madrid, Murcia, Sevilla, Valencia y Zaragoza. Actualmente la Red cuenta con 150 miembros de los cuales España representa el 12%, estando en el tercer lugar por países, por detrás solamente de Alemania (21 %) e Italia (16 %).

Robótica de la Universidad Politécnica de Cataluña y del CSIC bajo la dirección del Prof. Alberto Sanfeliu, a los cuales felicitamos de todo corazón, e) el premio a la colaboración con la industria a través del "Industry technological transfer award" que recayó en el desarrollo de un futbolín automático, g) la organización de 4 escuelas de verano en diferentes lugares de Europa: 1) Images & Robotics, 2) Human-Robot interaction, 3) Simultaneous localization and mapping y 4) Mobile manipulators, esta última celebrada en Castellón.



Reunión anual del EURON en Varsovia, Febrero 2005

La reunión se celebró en la Universidad Técnica de Varsovia y contó con dos sesiones plenarias: 1) "El nacimiento de la Robótica y su desarrollo" del Prof. Hirochika Inoue de la Universidad de Tokio, y 2) "Robots de grandes dimensiones" de la Prof. Lynne Parker de la Universidad de Tennessee en Knoxville.

Para el año 2005 se han seleccionado varias escuelas de verano dedicadas a los temas de Modelado y control, Diseño, Percepción y fusión sensorial, Neurociencia y robótica, y Ontología, y dos áreas de interés dentro del programa "Topic Research Studies": Seguridad en la interacción humano-robot y Human y Ontología y Robo-ética

Las actividades del EURON durante el año 2004 fueron presentadas por el coordinador de la red el Prof. Henrik I. Christiansen. Estas se han centrado en: a) el estudio de la hoja de rutas de la Robótica en Europea, b) el lanzamiento de la página web de Euron (www.euron.org), c) la nueva página dedicada al material docente en Robótica, d) la selección del premio a la mejor Tesis, que recayó en *Juan Andrade-Cetto del Instituto de*

La reunión anual del EURON se celebró en paralelo con las revisiones de los proyectos del 6ª Programa Marco dentro del área FET "Beyond Robotics": 1) Cogniron: The Cognitive Robot Companion, 2) Neurobotics: The fusion of Neuroscience and Robotics y 3) I-Swarm: Intelligent Small World Autonomous Robots for Micro-manipulation.