

El 25 de septiembre de 2015 se celebró en Madrid, por sexto año consecutivo, [La Noche Europea de los Investigadores](#), un evento europeo de divulgación científica que, con una amplia oferta de actividades lúdicas, pretende acercar la figura del investigador y su trabajo a los ciudadanos, así como fomentar las vocaciones científicas en los más jóvenes.

La [Universidad Politécnica de Madrid](#) ha participado de nuevo en esta celebración y esta vez lo ha hecho con “Vuelo de drones y más robots asombrosos”, un conjunto de actividades a modo de feria científica en la que la [Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales](#) abrió sus puertas desde las seis de la tarde hasta las doce de la noche para que



todos los asistentes pudieran participar en diversas actividades divulgativas que los acercaron al mundo de la robótica y la inteligencia artificial. Más de mil visitantes descubrieron esa noche de la mano de profesores y alumnos de la ETSI Industriales e investigadores del [Centro de Automática y Robótica](#) (CAR UPM-CSIC) cómo la inteligencia artificial puede ayudar y facilitar la vida de las personas.

Se llevaron a cabo distintos tipos de actividades para todos los públicos. Así, los niños y jóvenes que acudieron a la Noche de la UPM tuvieron la oportunidad de participar en talleres en los que aprendieron cómo los materiales inteligentes cambian alguna propiedad cuando el entorno cambia; cómo elaborar mini robots, dibujos iluminados o un robot con un cepillo de dientes.



Para asistir a los talleres era necesario realizar reserva previa. Las 85 plazas ofertadas se cubrieron rápidamente y se elaboró una lista de espera con el fin de cubrir alguna posible baja y no dejar vacante ninguna plaza.

Otra actividad que también requería reserva fue una exhibición de drones –vehículos aéreos no tripulados– en la que se mostraron las innumerables aplicaciones prácticas que pueden tener estos aparatos, desde actuar como un perro guía hasta realizar tareas de salvamento, pasando por muchas otras. Se hicieron tres pases de esta exhibición con un aforo de ciento treinta personas en cada una.



También se llevaron a cabo otras actividades a las que el público podía acudir sin necesidad de hacer ninguna reserva y que funcionaron de manera ininterrumpida desde la apertura hasta el cierre del evento.

En el hall de la Escuela –la sala de la máquina– se podía visitar una exposición de robots en funcionamiento, fruto de diferentes proyectos de investigación desarrollados en el Centro de Automática y Robótica, un centro mixto de investigación de la UPM y del CSIC. Estos proyectos, que se detallan en un anexo, eran:

1. Ingeniería para la rehabilitación
2. Robot humanoide submarino
3. Robots de búsqueda y rescate
4. Aplicación de la robótica en invernaderos
5. TIC y robótica para agricultura de precisión
6. Visión por computador para “drones”
7. Robots interactivos para ferias y museos
8. Robot hexápodo y manipulador robótico para tareas de desminado humanitario
9. Colaboración humano-robot
10. Sistemas bio-inspirados

11. Interfaces hápticas y control
12. Rehabilitación cognitiva
13. GAMHE: haciendo ingeniería de la inteligencia
14. Conducción autónoma de vehículos

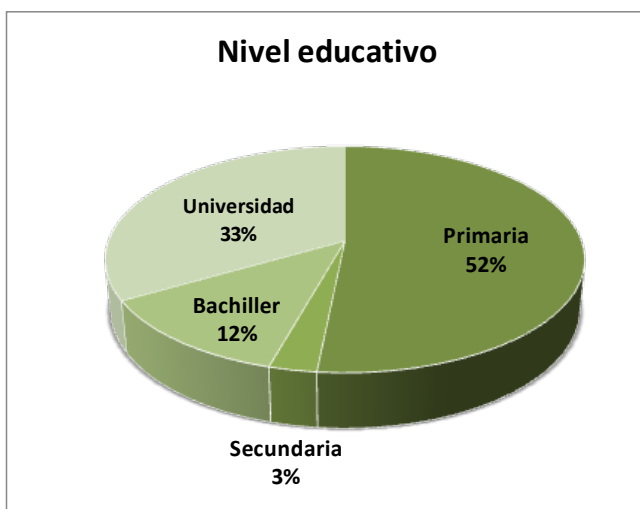
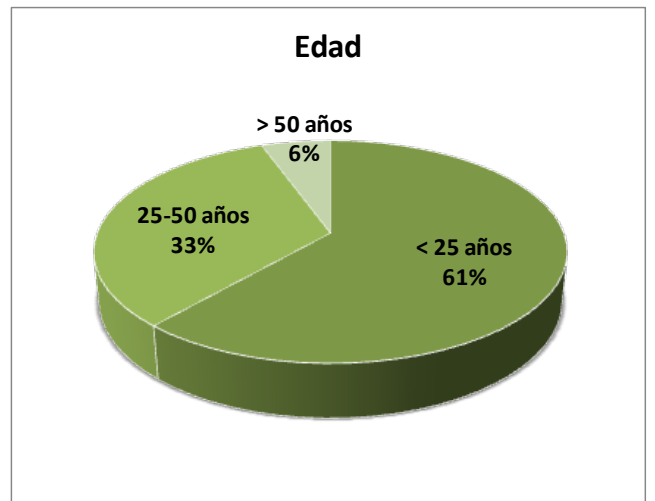
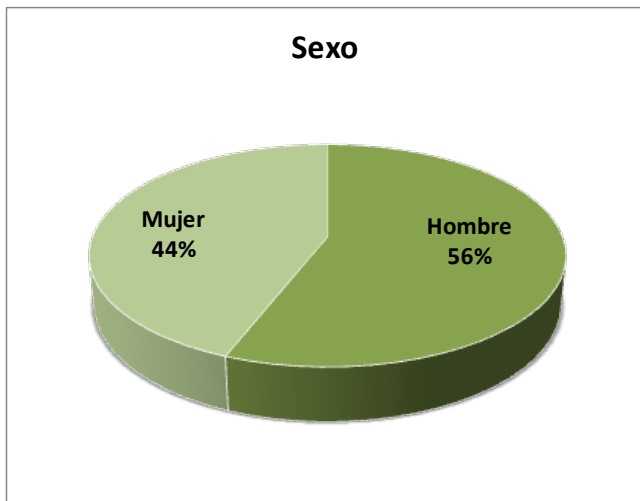
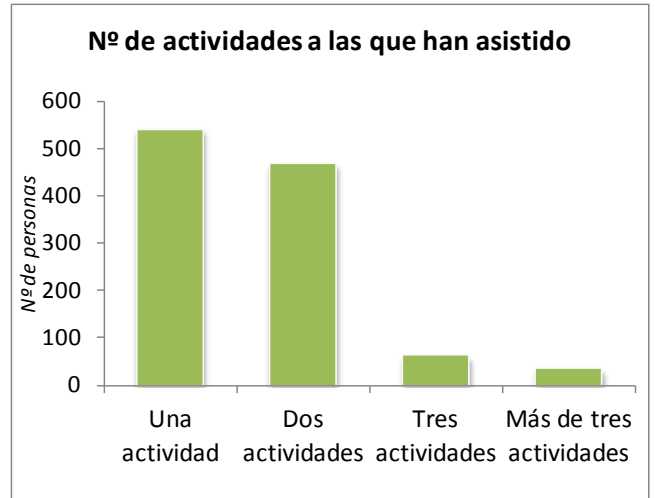
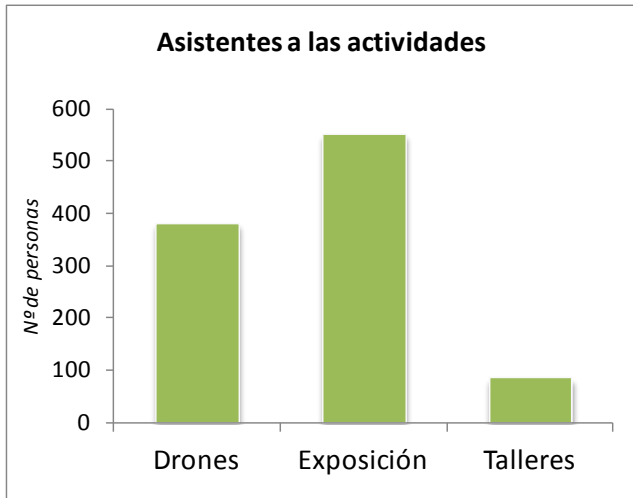


Para llevar a cabo la evaluación de *La Noche Europea de los Investigadores* se repartió un cuestionario entre los asistentes a las distintas actividades. Del análisis de los resultados se puede destacar que el perfil más frecuente de asistentes fueron varones jóvenes muy interesadas tanto en la ciencia en general como en la investigación científica. También cabe reseñar que, al igual que otros años y a pesar de la campaña de sensibilización a través de distintos medios, la mayoría de la gente conoció *La Noche de los Investigadores* por sus amigos.

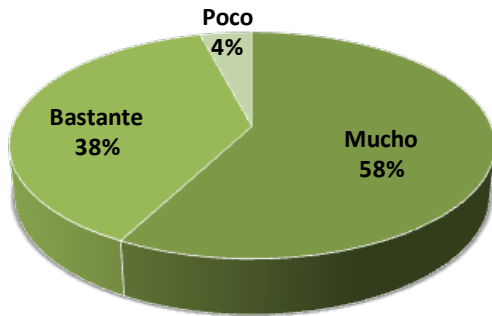
El público mostró un alto grado de satisfacción con el desarrollo y resultados de las actividades englobadas en *Vuelo de drones y más robots asombrosos*, y casi la mitad de los asistentes ha mejorado su opinión acerca de los investigadores y del trabajo que realizan después de asistir a este evento. Valga como conclusión que el 93% de los asistentes indicó que acudiría de nuevo a *La Noche de los Investigadores* el próximo año.

El análisis estadístico detallado del resultado de la acción puede consultarse en el Anexo que se incluye a continuación.

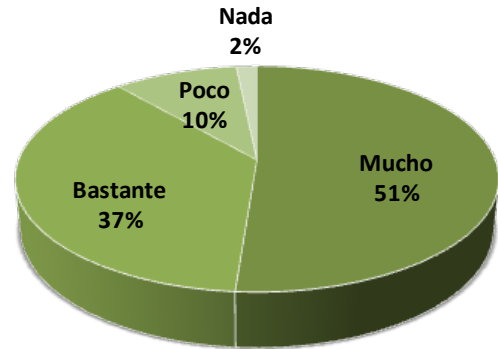
ANEXO Resultados de los cuestionarios



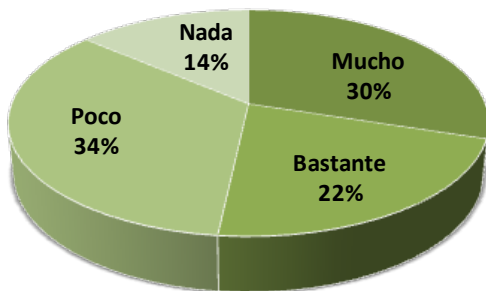
Interés en la ciencia



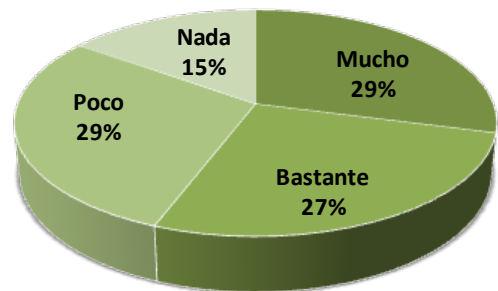
Interés en la investigación



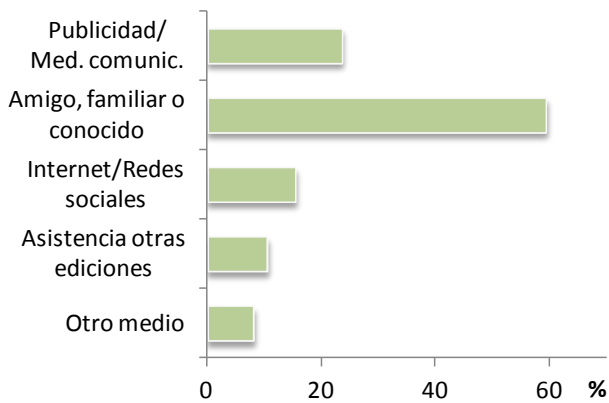
Interés en estudiar carrera científica



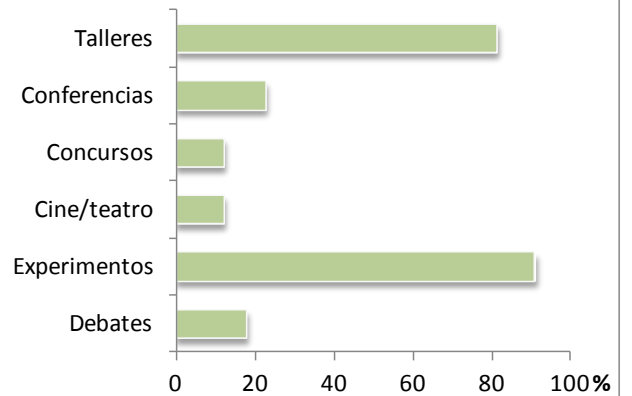
Interés en trabajar como investigador



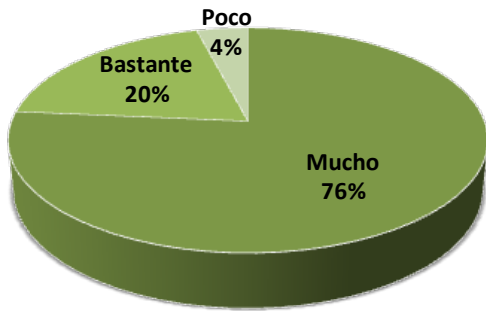
Cómo supo que se celebraba R&N



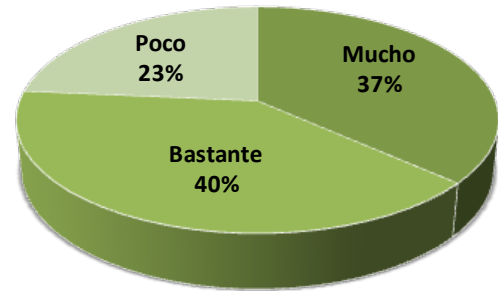
Qué tipo de actividades prefiere



Estas acciones ayudan a fomentar las vocaciones científicas



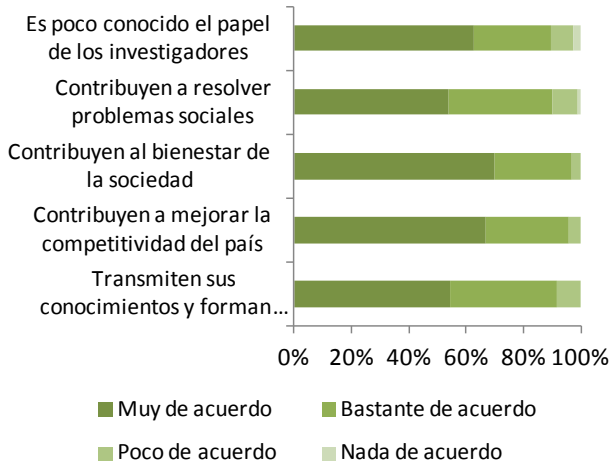
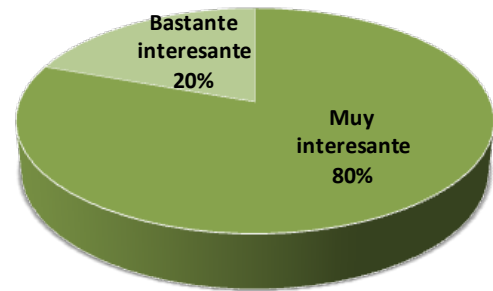
La Noche de los Investigadores muestra el apoyo de la UE a la investigación



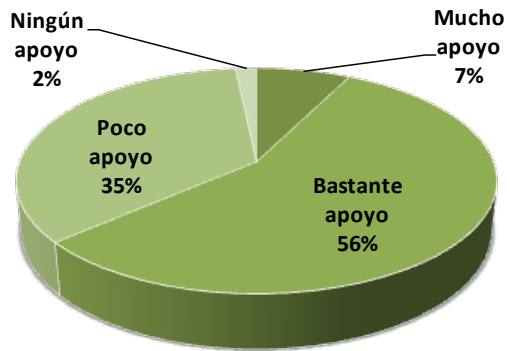
Es importante que el trabajo de los investigadores se divulgue a la sociedad



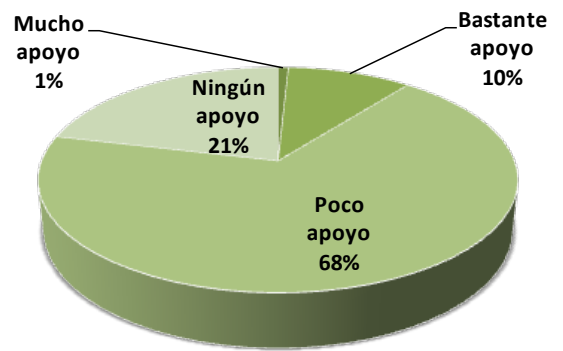
El trabajo de los investigadores es interesante



En qué medida las instituciones públicas apoyan la investigación científica en la UE



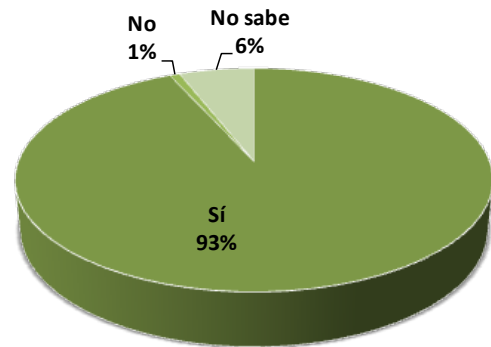
En qué medida las instituciones públicas apoyan la investigación científica en España



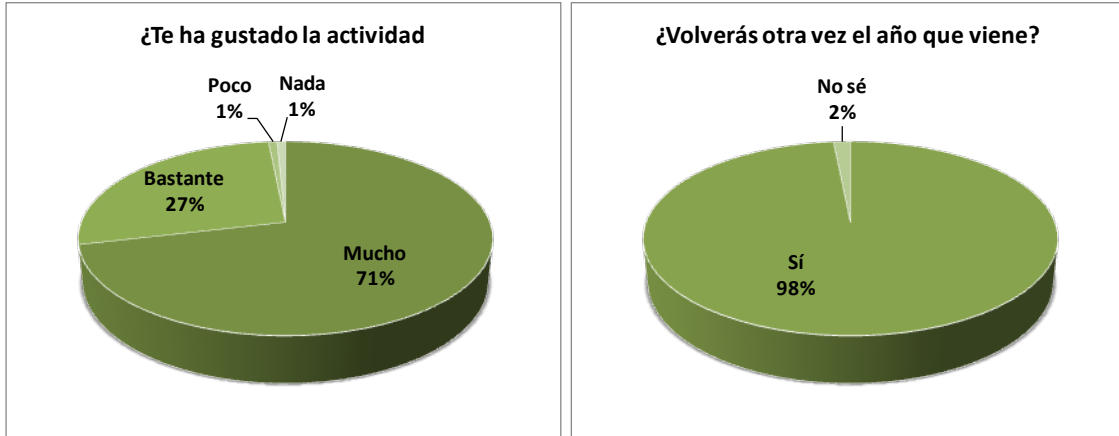
Su idea sobre el trabajo de los investigadores ...



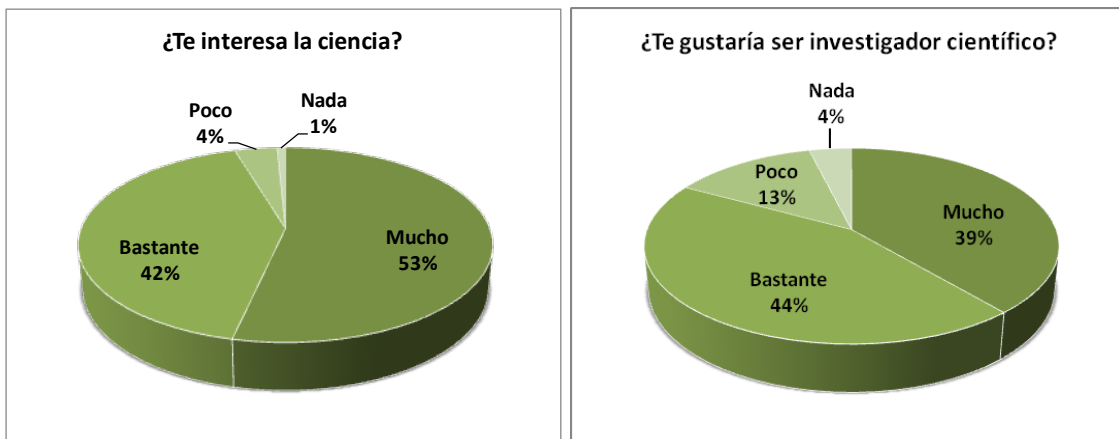
Volverá a la Noche de los Investigadores



También se distribuyó un cuestionario a los niños que asistieron *La Noche Europea de los Investigadores*, mucho más breve y sencillo que el de los adultos. Del análisis de las respuestas obtenidas cabe destacar la gran satisfacción de estos pequeños participantes con las actividades en las que tomaron parte.

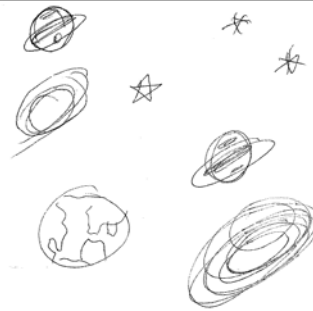


Al igual que los adultos, también los niños manifiestan un gran interés en la ciencia, y una cantidad significativa de ellos destaca su interés en ser investigador en el futuro.



Con el fin de conocer la imagen que los niños tienen de la ciencia y de los investigadores, en el cuestionario infantil se incluía un espacio en el que podían dibujar algo que tenga que ver con los investigadores. Estos son algunos de los dibujos realizados y sus ideas inspiradoras.

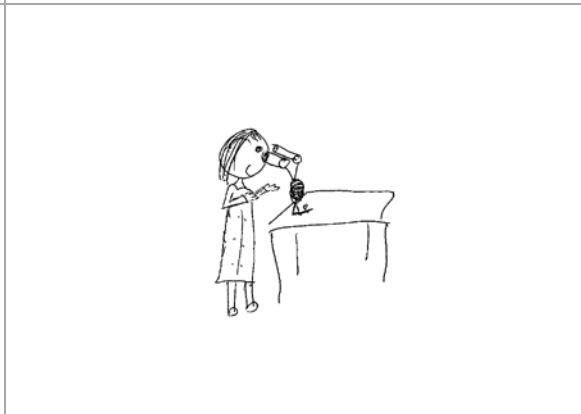
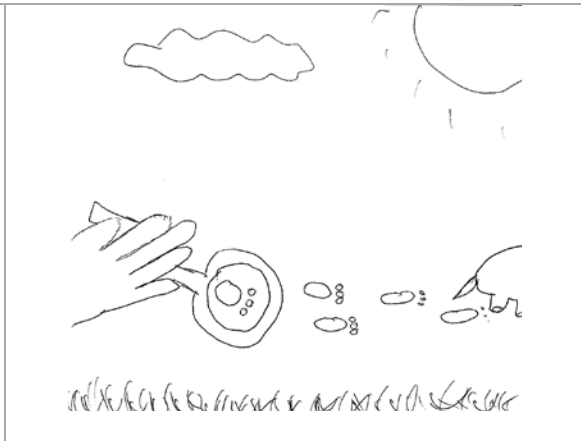
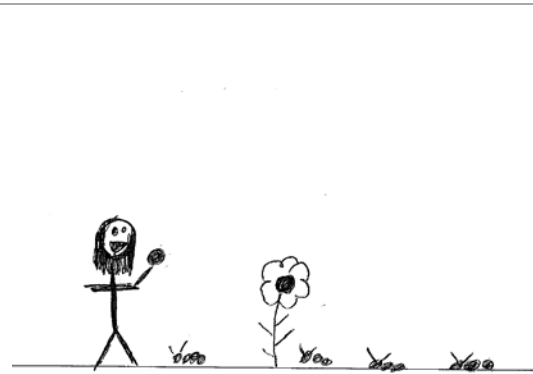
Sobre la ciencia y la investigación en general



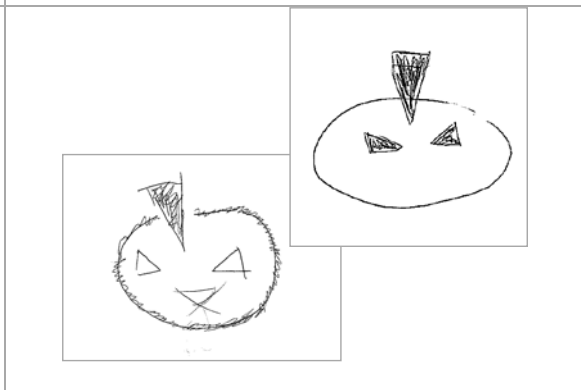
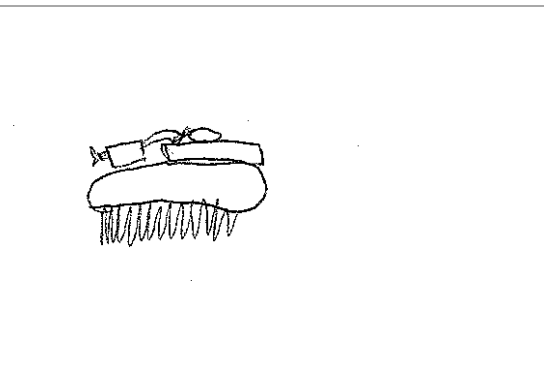
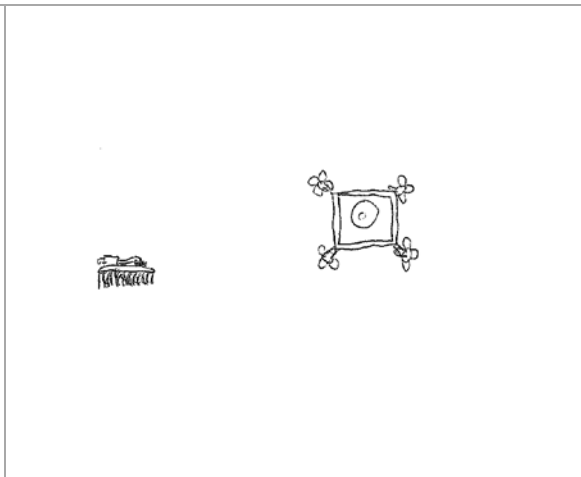
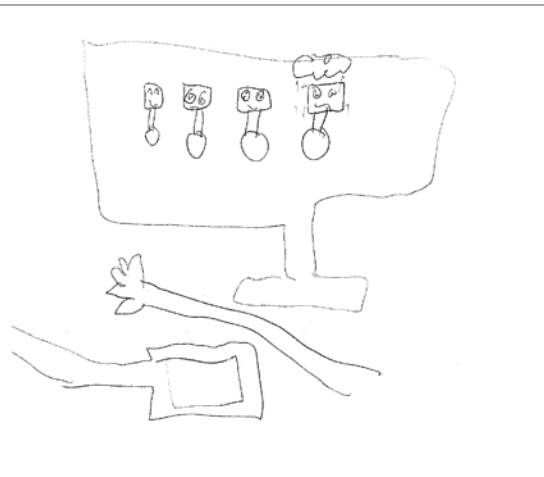
Aunque algunos pensaron en otro tipo de "investigadores"



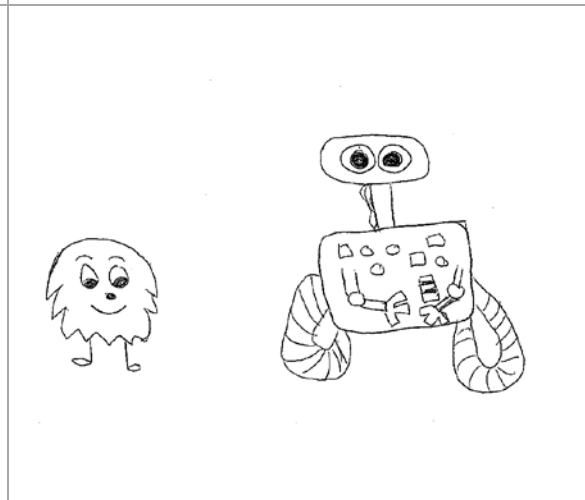
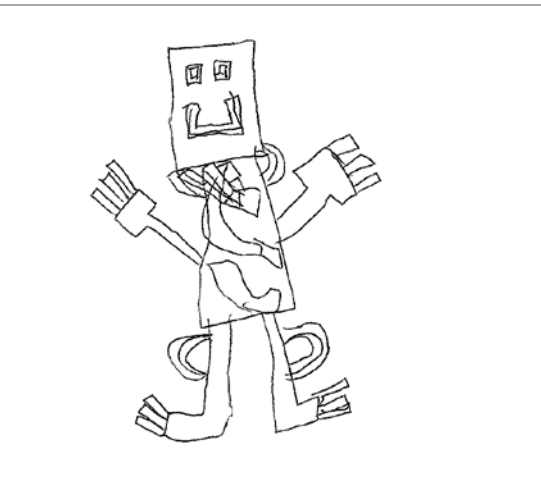
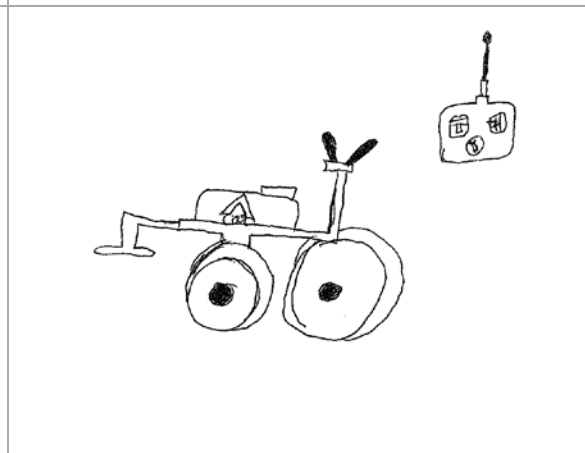
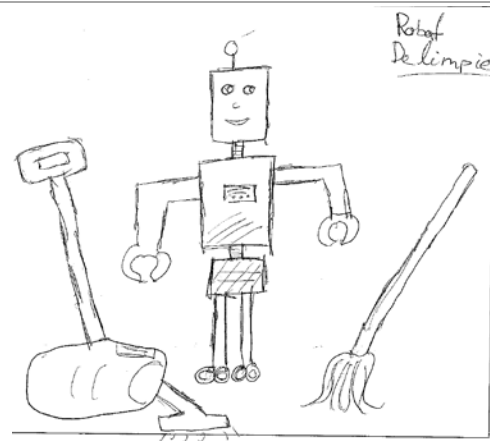
Investigadores de distintas disciplinas



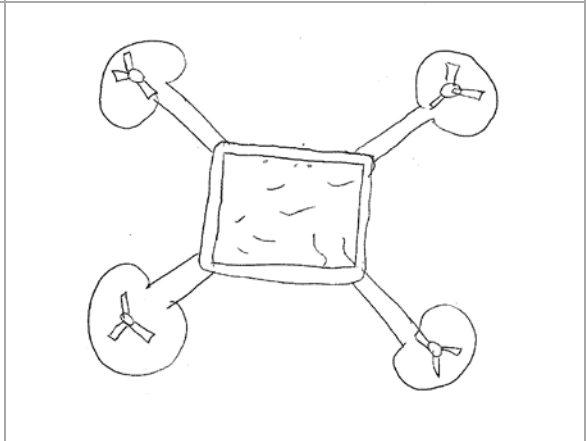
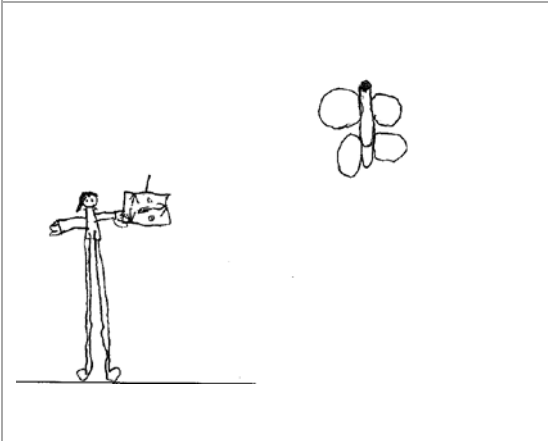
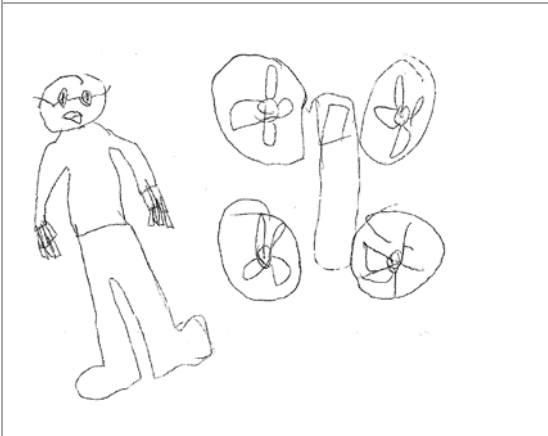
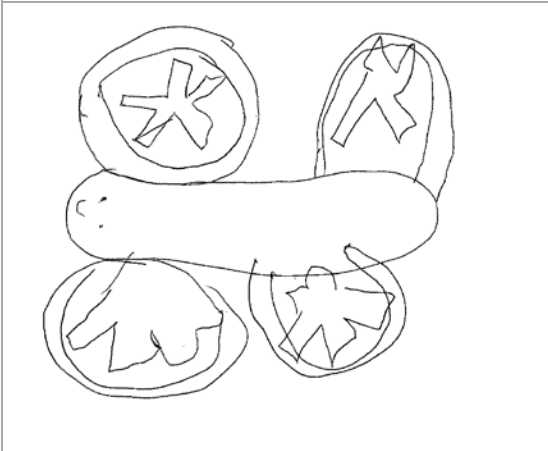
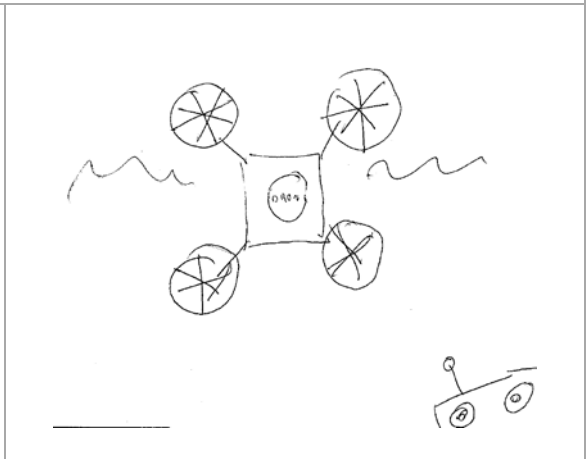
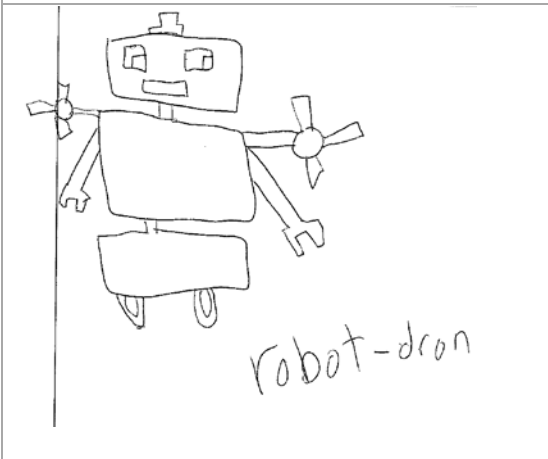
Las actividades realizadas en los talleres



Robots



Drones



También en el cuestionario de los adultos se incluía un espacio en blanco para que pudieran añadir algún comentario o sugerencia. Recogemos algunos de ellos a continuación que muestran la satisfacción del público asistente con las actividades realizadas.

Felicitar a Escuela de
Ingenieros por ~~su~~ dedicación
y dedicación a la ciencia

Gracias por ~~acercar~~^{acercar} la ciencia
e investigación a la
Sociedad.

Enhorabuena por la
organización, la dedicación de
todos los que han participado,
y por su compromiso con la
investigación.

¡Buenos días y gracias!
Creo que es una actividad
muy interesante para despertar
en los niños el espíritu
investigador.

GRACIAS x ACERCAR LA CIENCIA
A TODOS, SOBRETODO A LOS +
PEQUEÑOS.

Todos los estudiantes
que están colaborando son
curiosos y motivados
por los pequeños.

Me ha parecido estupendo
una gran idea para
proximos mas eventos y
mas grande.
ENHORABUENA.

Muy buen trabajo.

Este proyecto de la Noche Europea de los Investigadores de Madrid está financiado por el Programa Marco de Investigación e Innovación Horizonte 2020 (2014-2020) bajo las Acciones Marie Skłodowska-Curie de la Comisión Europea. Dirección General para la Educación y la Cultura. Comisión Europea bajo el Acuerdo de subvención número 633161.

Esta actividad ha sido financiada por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología – Ministerio de Economía y Competitividad.

Anexo:

Proyectos de investigación presentados en la exposición



LA NOCHE EUROPEA DE LOS INVESTIGADORES EN MADRID



Robot Humanoide Submarino

Roque Saltaren, Gonzalo Ejarque, Gabriel Poletti, Rafael Aracil
Grupo de Robots y Máquinas Inteligentes
CENTRO DE AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA (CAR)UPM-CSIC

La tecnología submarina permite al hombre explorar y explotar las profundidades de los océanos y lagos del mundo. Los robots humanoides pueden adaptarse para trabajar en esos ambientes hostiles, naturalmente peligrosos para las personas, trabajando bajo el agua como buzos robotizados. Se presenta a continuación un prototipo funcional de un Robot Humanoide Submarino llamado DiverBot, describiendo sus características principales y los primeros resultados obtenidos.



Marco Conceptual

Las tareas desarrolladas en estructuras sumergidas requieren de dispositivos para manipular herramientas y equipos. Los vehículos submarinos teledirigidos (ROV) se han usado por décadas para este tipo de trabajos. Sin embargo, cuando la complejidad de la misión aumenta, es necesaria la intervención humana.



Los trabajos submarinos exponen a los buzos a fenómenos nocivos para la salud e incluso riesgos letales. Existe una fuerte necesidad de trabajos en profundidad, pero no existen dispositivos que combinen las capacidades de un ROV y la destreza de un buzo, para realizar dichos trabajos sin necesidad de inmersión humana.

Un Robot Transformable

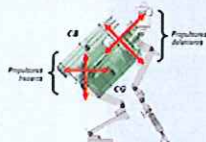
DiverBot es un robot transformable equipado con propulsores eléctricos, brazos y piernas hidráulicas. El prototipo es capaz de adoptar la forma de un vehículo submarino o un robot humanoide, según sea necesario, combinando así las ventajas de ambos sistemas.



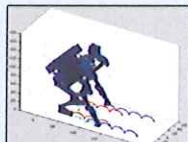
Los brazos hidráulicos le permiten manipular herramientas y realizar tareas complejas, tales como soldaduras y ensamble de componentes. Su piernas hidráulicas le permiten fijar su cuerpo a estructuras sumergidas y desplazarse en el fondo marino.

Un Robot Servo-Hidráulico

La tecnología hidráulica permite a DiverBot alcanzar grandes profundidades debido a la estanqueidad intrínseca de sus accionamientos, con una elevada capacidad de fuerza. Los propulsores eléctricos le permiten desplazarse bajo el agua, tanto en modo vehículo (ROV) como en modo humanoide. Los brazos y piernas hidráulicas permiten la evasión de obstáculos, caminar y escalar estructuras submarinas de difícil acceso.



Fuerzas de empuje en un entorno de gravedad reducida.

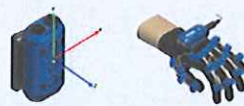


Secuencia para caminar utilizando cuatro extremidades.

Teleoperación

Utilizando un sistema de captura de movimiento, DiverBot puede ser controlado a distancia aprovechando la estrecha similitud de la cinemática humano-robot.

El traje de captura de movimiento MasterSuit está equipado con sensores inerciales, guantes de datos y capacidad de realimentación sensitiva mediante vibradores. Usando signos y gestos como lenguaje de control, es posible teleoperar los movimientos y funciones de DiverBot, como un robot avatar.



El trabajo de investigación ha sido financiado por: CICYT DPI2014-57220-C2-1-P y RoboCity2030-III-CM.



LA NOCHE EUROPEA DE LOS INVESTIGADORES EN MADRID



Robots de Búsqueda y Rescate

Antonio Barrientos, Jaime del Cerro, Mario Garzón, Eric Hernández, David Garzón, Jorge de León
Grupo de Robótica y Cibernética
CENTRO DE AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA (CAR) UPM-CSIC

Las labores de búsqueda y rescate entrañan muchos riesgos para las personas que participan en las mismas, por lo que resulta muy interesante realizarlas con robots. Tradicionalmente, los seres humanos se han ayudado de animales con mejores capacidades sensoriales (principalmente perros) para la realización de estas tareas. Los robots pueden también mejorar estas capacidades sensoriales humanas añadiendo visión infrarroja, micrófonos direccionales de alta sensibilidad entre otros, además de proporcionar puntos de vista elevados o cámaras miniaturizadas que pueden introducirse por pequeñas aperturas.

El grupo de Robótica y Cibernética del CAR UPM-CSIC investiga y desarrolla robots para realizar estas tareas abordando diferentes frentes. Aquí se muestran algunos de ellos.

Detección y seguimiento de Personas mediante flotas de robots terrestres

Los robots dotados de sensores precisos como láseres o cámaras Time Of Flight (similares a la Kinect usada en los videojuegos) y cámaras en espectro visible son capaces de encontrar personas (diferenciarlas de otros obstáculos fijos o móviles) en escenarios muy grandes y perseguirlas en el entorno.



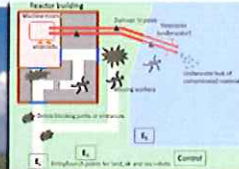
Colaboración terrestre-aérea para la búsqueda de objetivos

El punto de vista elevado que proporcionan los conocidos drones permiten mejorar y agilizar las tareas de búsqueda realizadas con flotas de robots terrestres.



Equipo SARRUS de Eurathlon 2015

El equipo Search And Rescue Robot UPM- SENER formado por personal del CAR UPM-CSIC y de la compañía SENER participa en el reto para robots terrestres del concurso internacional Euroathlon 2015 (www.eurathlon.eu) donde los robots deberán encontrar víctimas en los alrededores y dentro de un edificio. La prueba está inspirada en el accidente nuclear de Fukushima. Los robots deben realizar de forma totalmente autónoma un plano del interior del edificio, al que accederán desde el exterior localizando las posibles vías de acceso. Una vez dentro, el robot deberá localizar una serie de objetos y las posibles víctimas y comunicar su posición al centro de mando.





LA NOCHE EUROPEA DE LOS INVESTIGADORES EN MADRID

25 SEPTIEMBRE 2015
DE 16:00 A 24:00 HORAS

TIC y Robótica para Agricultura de Precisión

Ángela Ribeiro, Dionísio Andújar, Jesús Conesa, José María Bengochea
Grupo de Percepción Artificial
CENTRO DE AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA (CAR) UPM-CSIC

La investigación del grupo se centra en la integración de conocimientos, métodos y sistemas para abordar la ejecución de todos los procesos que intervienen en la resolución óptima de problemas complejos en Agricultura. Los sistemas inteligentes diseñados y desarrollados incluyen tres etapas fundamentales: Percepción (sensores) - Toma de decisión (cognición) - Acción (aperos).

Coordinación de vehículos autónomos aéreos y terrestres

Se abordan las tareas agrícolas mediante una flota de vehículos autónomos heterogéneos cuyas acciones se integran siguiendo un esquema de la misión bien organizado. Realizar una tarea con una flota de pequeños robots tiene ventajas frente al uso de maquinaria agrícola convencional, entre otras produce menos compactación del suelo, es más tolerante a fallos y es una aproximación más flexible.



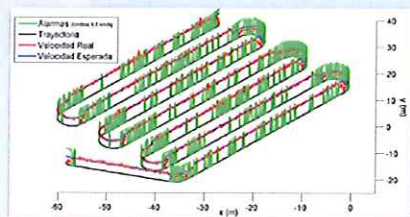
Planificación de misiones agrícolas

Planificar las trayectorias para los robots es crucial para ejecutar eficientemente una tarea agrícola, ya que influyen en aspectos clave como el combustible consumido, el tiempo requerido o la compactación del terreno producida, en definitiva, en el coste de la tarea. Cobra especial importancia cuando se utiliza una flota.



Supervisión de la misión

Debido a las condiciones impredecibles de trabajo (estado del terreno, clima, animales, etc.) es necesario supervisar la misión/tarea para garantizar que se ejecuta según lo planificado. Por ejemplo, para asegurar que se realiza a la velocidad adecuada.



Guiado de vehículos y detección de malas hierbas

Navegación autónoma siguiendo líneas de cultivo a partir de la discriminación visual de las líneas en tiempo; garantiza un movimiento del vehículo sin dañar el cultivo. Asimismo, se detectan las malas hierbas para generar mapas de infestación que se utilizan posteriormente en el tratamiento de precisión, por ejemplo con una barra de pulverización.



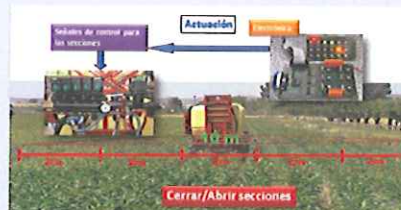
Caracterización de estructuras vegetales. Generación de imágenes 3D.

La estimación de la estructura de una planta es un reto, consumiendo mucho tiempo y, con frecuencia, requiere métodos destructivos. La fusión de información de profundidad y RGB permite caracterizar la arquitectura de una planta, generando una imagen 3D, lo que constituye un método no destructivo de estimación.



Barra de pulverización de precisión

Barra de pulverización dividida en tramos cuya apertura/cierre individual se controla desde un ordenador. De modo que, dado un mapa de distribución de infestaciones y un receptor GPS, el pulverizador puede accionarse automáticamente solo en las zonas del campo cubiertas de malas hierbas.





LA NOCHE EUROPEA DE LOS INVESTIGADORES EN MADRID



Robots Interactivos para Ferias y Museos

Ramón Galán, Biel P. Alvarado, Fernando Matía
Grupo de Control Inteligente
CENTRO DE AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA (CAR) UPM-CSIC

El grupo de Control Inteligente del Centro de Automática y Robótica UPM-CSIC ha venido desarrollando durante los últimos años robots que interaccionan con humanos, un tipo de robots también conocidos como robots sociales. El principal objetivo de esta línea de investigación es la aplicación de técnicas de inteligencia artificial a la interacción humano-robot sobre plataformas móviles especialmente adaptadas para servir de guía en ferias y museos.

Características principales

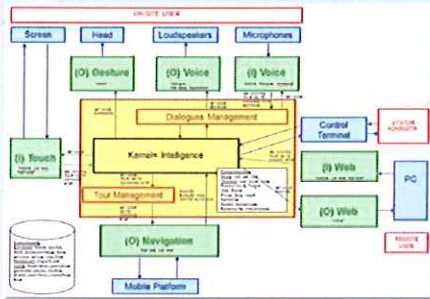
Las principales características de este tipo de robots son:

- Navegación autónoma.
- Expresiones faciales.
- Diálogos hablados.
- Operación remota vía internet.

Arquitectura de control

El software del robot está formado por diferentes módulos, que comparten información vía red local. Estos módulos incluyen:

- Núcleo: centraliza la toma de decisiones (inteligencia) del robot.
- Táctil: Recibe comandos de un panel táctil, que son reenviados al resto de módulos.
- Red: intercambia información visual y comandos del robot entre el robot y el usuario remoto. También permite comunicación vía voz y chat.
- Cabeza: se sincroniza con el habla y expresa emociones utilizando sus ojos, cejas y labios.
- Voz: reconoce e interpreta frases, y sintetiza habla en diferentes lenguajes.
- Navegación: controla el movimiento del robot y estima su posición.



Los prototipos

Se han desarrollado tres prototipos hasta la fecha: Blacky (2000), Urbano (2004) y Doris (2014).

Estas plataformas incluyen:

- Navegación segura basada en laser y ultrasonidos.
- Dos computadores a bordo, uno con Linux para comandos de bajo nivel y otro con Windows o Android para técnicas de Inteligencia Artificial.
- Cabeza con servomotores para expresar emociones diseñada ex-profeso.
- Micrófono y altavoces para conversaciones.
- Pantalla táctil para operación remota y facilitar información cuando se comporta como robot guía.
- Sencilla configuración de la información del entorno (mapas, puestos y diálogos).



Urbano



Doris

Demostraciones en exhibiciones

Los prototipos han sido probados en diferentes lugares en presencia de público como son: la feria INDRAMATICA en la UPM, el Museo Príncipe Felipe de Valencia, la feria Madrid por la Ciencia en los recintos de IFEMA, y el castillo de Belgioioso en Milán.





LA NOCHE EUROPEA DE LOS INVESTIGADORES EN MADRID

25 SEPTIEMBRE 2015
DE 16:00 A 24:00 HORAS

Colaboración humano-robot

Ernesto Gamba, Miguel Hernando, Alberto Brunete y Carlos Mateo
Grupo de Robótica y Cibernética
CENTRO DE AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA (CAR) UPM-CSIC

Los modernos sistemas de producción incorporan nuevas generaciones de robots que mediante el uso de sensores e interfaces adecuados permiten trabajar colaborando con los humanos. De esta forma se aprovechan las capacidades de fuerza y precisión de las máquinas con las habilidades humanas.

El grupo de Robótica y Cibernética del CAR-UPM colabora con Centros de investigación, Universidades y Empresas Europeas desarrollando sistemas que permiten la colaboración entre humanos y robots industriales.

Compartiendo el espacio de trabajo: Cobots



Una nueva generación de robots que permiten trabajar en contacto directo con los operadores humanos. Pueden ser guiados por el operador o trabajar en modo totalmente automático. Durante todo el proceso sensores de fuerza permiten mover el robot.

Compartiendo el tiempo de trabajo: Robots de doble brazo

Modernos sistemas robóticos con doble brazo y sistemas de sensores avanzados pueden compartir las tareas propias de entornos de fabricación con operadores humanos. Están dotados de sistemas de seguridad que evitan accidentes.



Hephestos: Robots preparados para la interacción directa



Operaciones complejas hasta hoy para los robots industriales puede ser realizadas aumentando el grado de colaboración con humanos y mejorando los sistemas de control. En la imagen una célula robotizada para el mecanizado de materiales de elevada dureza.

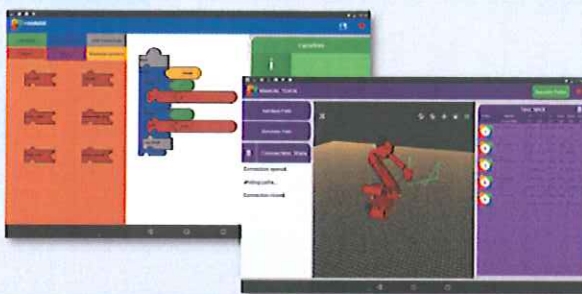
Técnicas de realidad aumentada

El usuario puede obtener información real del funcionamiento del robot mediante superposición de imágenes virtuales sobre la imagen real. Utilizando gafas específicas de realidad aumentada el trabajo se hace de forma más sencilla. En la fotografía se superponen las fuerzas que soporta el extremo del robot.



Hammer: Herramienta de programación y guiado

Nuestro equipo de investigación ha desarrollado un sistema de programación y guiado manual de robots industriales de muy sencillo manejo y con gran utilidad productiva. Se puede ejecutar sobre una tablet y se pueden desarrollar programas en la pantalla táctil sin más que arrastrar comandos con el dedo.





LA NOCHE EUROPEA DE LOS INVESTIGADORES EN MADRID



Interfaces hápticas y control

Manuel Ferre, José M. Breñosa, Luis E. Rubio, Gonzalo García
Grupo de Robots y Máquinas Inteligentes
CENTRO DE AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA (CAR) UPM-CSIC

En la interacción humano-robot, los humanos nos valemos de sensores e interfaces que nos permiten saber lo que percibe el robot para poder controlarlo. Las interfaces hápticas proporcionan información relevante al sentido del tacto, ya sean texturas y sensaciones como fuerzas y pares.

El grupo de Robots y Máquinas inteligentes del CAR está especializado en el control y teleoperación de dispositivos robóticos mediante el uso de interfaces hápticas que reflejan las fuerzas percibidas por el robot y facilitan su control.

Master Finger 3

Interfaz háptica de 3 dedos que refleja fuerzas de manera independiente en cada dedo, la cuál es principalmente usada en conjunto con una mano robótica para el tema de agarres y labores de manipulación.

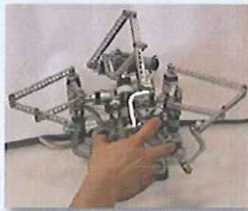


Figure 1: 3-Finger Haptic Device



Figure 2: Robotic Hand

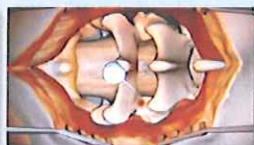
Kraft Telerobotics: Maestro y Esclavo

El equipo de Kraft Telerobotics cuenta con un brazo robótico hidráulico, capaz de manejar grandes pesos, que es controlado por un sistema maestro que cuenta también con 6 grados de libertad y refleja de manera escalada el peso y las fuerzas en el robot.



Phantom Omni

Interfaz háptica precisa de 6 grados de libertad con lápiz que permite la interacción del operador con fuerzas virtuales generando una sensación de interacción con los objetos muy real. Este dispositivo es utilizado en el laboratorio tanto en entornos simulados como con el brazo robótico de Kraft Telerobotics.



Hapkit

Interfaz háptica de 1 grado de libertad y bajo coste utilizada para fines docentes. No posee gran precisión pero permite a los estudiantes aprender los principios básicos de las fuerzas virtuales y las interfaces hápticas.



Chalecos hápticos

Interfaz háptica que refleja al usuario sensaciones como puedan ser vibraciones, temperatura, impactos, etc. Estos dispositivos, a diferencia de los anteriores, no reflejan específicamente las fuerzas percibidas por el robot, sino que se centrarían en aspectos más sutiles del tacto como los descritos previamente. Este tipo de dispositivos está teniendo un gran auge en el mundo de los videojuegos y realidad virtual.





LA NOCHE EUROPEA DE LOS INVESTIGADORES EN MADRID

25 SEPTIEMBRE 2015
DE 16:00 A 24:00 HORAS

GAMHE: Haciendo Ingeniería de la Inteligencia

Rodolfo E. Haber (rodolfo.haber@car.upm-csic.es), Raúl M. del Toro (raul.deltoro@car.upm-csic.es), Gerardo Beruvides (gerardo.beruvides@car.upm-csic.es), Fernando Castaño (fernando.castano@car.upm-csic.es)

Grupo de Automatización Avanzada de Máquinas, Procesos Altamente Complejos y Entornos
CENTRO DE AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA (CAR) UPM-CSIC

La aplicación de los avances más recientes en la ingeniería de sistemas y la automática, las ciencias de la computación y la Inteligencia Artificial, la mecánica y los sistemas de fabricación avanzados para hacer frente a los retos científicos y técnicos claves en el campo del transporte eficiente y limpio, la energía y el desarrollo sostenible, y la fabricación inteligente.

El Grupo

El equipo de investigación se centra en la automatización inteligente de procesos de alta complejidad, máquinas y entornos, abordando la investigación y el desarrollo en toda la cadena de valor desde sensores y actuadores hasta la toma de decisiones y el control.

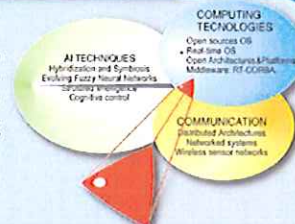
Este consorcio no sólo combina la experiencia de los investigadores a través de una gran variedad de disciplinas, sino que también refleja un creciente interés en las tecnologías de ingeniería y la informática para hacer frente a los retos de la sociedad en este siglo.

Al unir nuestras fuerzas en física e ingeniería, aspiramos a convertirnos en un líder internacional en estos campos; desarrollando nuevas tecnologías para el transporte, energía y sectores manufactureros y capacitando a la próxima generación de físicos e ingenieros en esta investigación de vanguardia.



El Consorcio

En los últimos años, el trabajo de investigación de GAMHE se ha centrado en la conjunción de la inteligencia computacional, estrategias de control novedosas y los algoritmos computacionales avanzados con el fin de aprovechar las sinergias entre:



- Sensores, actuadores, nuevas técnicas de instrumentación y dispositivos.
- Las estrategias de control y la técnicas basadas en Inteligencia Artificial.
- Hibridación de la representación del conocimiento, el aprendizaje y la optimización.
- Algoritmos computacionales avanzados y tecnologías de la comunicación
- Paradigmas de modelado y simulación.
- Plataformas de computación de bajo coste y sistemas operativos eficientes.

GAMHE en Proyectos Europeos

ACCUS (2013-2016) aborda la composición eficiente de Sistemas de Sistemas, logrando así más flexibilidad, eficiencia, seguridad y robustez en los sistemas urbanos integrados y la gestión de comportamientos emergentes.



El objetivo de DEMANES (2012-2015) es proporcionar un marco, así como métodos basados en componentes y herramientas para el desarrollo de sistemas adaptativos en tiempo de ejecución, dotándolo de capacidad de reacción ante cambios propios, en su entorno y en las necesidades de los usuarios.



EMC² (2014-2017) aborda una arquitectura basada en servicios, innovadora y sostenible, enfocada a aplicaciones de criticidad mixta en entornos dinámicos y cambiantes en tiempo real.

En particular, las contribuciones de GAMHE a estos proyectos se centra en el diseño, evaluación y ejecución de estrategias y servicios basados en auto-adaptación, auto-optimización, auto-reconfiguración y auto-organización, aplicando ingeniería de control y técnicas de inteligencia artificial. Además se interviene en la verificación y comprobación tanto de las propiedades de las arquitecturas, sean embebidas o no, como de los escenarios simulados y físicos.

Arquitectura Cognitiva Artificial de bajo coste para el Control de Procesos de Microfabricación

La arquitectura cognitiva artificial debe cumplir tanto con requisitos funcionales como no funcionales: Arquitectura de Control, Modelos, Modos, Adaptación, Optimización, Aprendizaje en línea, Objetivos, Tipos de datos, Middleware, Extensibilidad

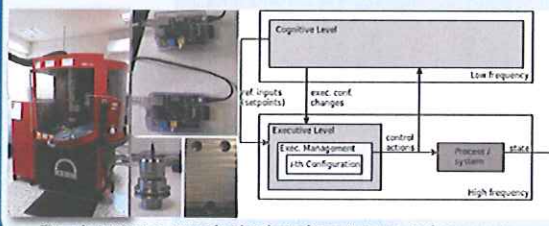


Figure 1: Arquitectura conectada a la máquina herramienta y equipada con sensores.

Sistema inteligente de monitorización para la auscultación de tuberías mediante robot

El sistema de monitorización tiene una serie de restricciones derivadas de su pequeño tamaño, condiciones de humedad y baja luminosidad. La tarea principal de este módulo es apoyar en el seguimiento y localización del robot en el interior de tuberías de 36 mm.



Figure 2: Robot de Auscultación.

Figure 3: Módulo de Iluminación y Visión.

https://www.youtube.com/user/GAMHE_CAR
<http://es.linkedin.com/in/gamhe>

GAMHE
<http://gamhe.eu>





LA NOCHE EUROPEA DE LOS INVESTIGADORES EN MADRID

25 SEPTIEMBRE 2013
DE 16:00 A 24:00 HORAS

Conducción Autónoma de Vehículos

Rodolfo E. Haber, Carlos González, Jorge Godoy, Antonio Artuñedo
(rodolfo.haber, carlos.gonzalez, jorge.godoy, antonio.artunedo)@car.upm-csic.es

Programa AUTOPIA
CENTRO DE AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA (CAR) UPM-CSIC

El desarrollo de Sistemas de Ayuda a la Conducción está enfocado a mejorar la seguridad y eficiencia del transporte por carretera. Gracias a la aplicación de la inteligencia artificial, los vehículos son capaces de realizar tareas básicas sin la intervención del conductor.

El Programa AUTOPIA

El Programa AUTOPIA ha centrado la investigación y el desarrollo en el campo de los vehículos autónomos desde 1998. El trabajo se inició con la instrumentación de los primeros vehículos, incluyendo los sensores apropiados (GPS, unidades inerciales, etc.) y la automatización de los diferentes subsistemas del vehículo (acelerador, freno y volante), combinando soluciones basadas en hardware y software.

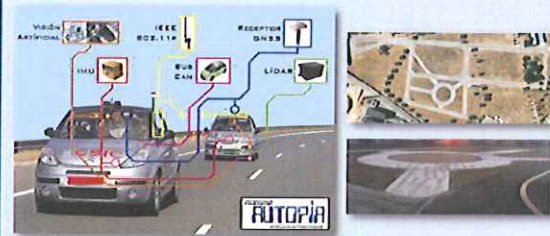
Actualmente, la línea principal de investigación se centra en el desarrollo de maniobras cooperativas entre diferentes vehículos, tales como gestión de intersecciones, incorporaciones y adelantamientos, entre otros. AUTOPIA cuenta además con una experiencia demostrada en el diseño de sistemas de control avanzado, localización, planificación, navegación y comunicaciones entre vehículos; todo ello constatado con un número significativo de publicaciones y participaciones en proyectos nacionales y europeos.



El equipo de investigación

Infraestructura de Investigación

Tenemos a nuestra disposición una flota de 5 vehículos automatizados y una pista de pruebas que emula la zona interna de una ciudad, con intersecciones, curvas de 90 grados, rotondas e incorporaciones. Además de ello, la pista de pruebas cuenta con semáforos, redes de sensores RFID/ZigBee y comunicaciones V2x, haciendo de nuestras instalaciones un excelente banco de pruebas para demostrar los avances más complejos en el campo de los sistemas inteligentes de transporte (ITS)



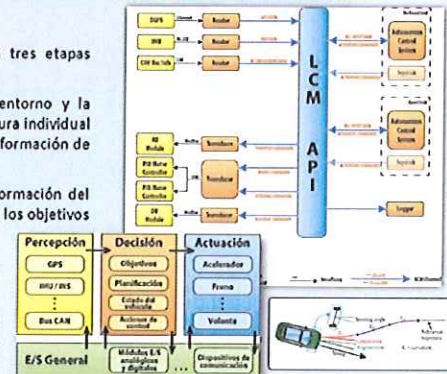
Los coches: Babieca, Rocinante, Clavileño, Platero y Ricardo

Arquitectura de control

Los vehículos de AUTOPIA cuentan con una arquitectura de control modular, dividida en tres etapas fundamentales:

- **Percepción**, donde se agrupan los distintos sensores encargados de la percepción del entorno y la localización del vehículo: GPS, IMU, Bus CAN, LIDAR, Cámaras de visión, etc. Además de la lectura individual de cada sensor, también se implementan los algoritmos de filtrado que permiten combinar la información de los sensores, obteniendo un sistema más robusto.
- **Decisión**, es la etapa donde se localiza la "inteligencia" de los vehículos. A partir de la información del entorno el coche es capaz de, primero, planificar la trayectoria más adecuada para cumplir con los objetivos y finalmente, determinar las acciones a ejecutar para completar la misión.
- **Actuación**, la etapa final donde se ejecutan las acciones de control sobre los actuadores del vehículo: acelerador, freno, volante y caja de cambios.

El software de los vehículos está igualmente dividido en distintos componentes, mejorando la robustez del sistema. El intercambio de información entre los distintos módulos se consigue a través de un *middleware* de comunicación entre procesos con un esquema *publish/subscribe*.



Demostración de conducción autónoma: San Lorenzo de El Escorial-Arganda (2012)

Uno de los vehículos prototipo de AUTOPIA circuló por una ruta de 100 kilómetros sin conductor. Para ello se empleó un coche líder que generaba de forma dinámica un mapa de alta precisión de la ruta, el cual era utilizado por el vehículo autónomo. El trayecto incluyó un amplio abanico de escenarios de conducción, incluyendo zonas urbanas, vías de servicio y autopistas en condiciones normales de tráfico.



Grand Cooperative Driving Challenge (2011)

Con la participación de diferentes equipos internacionales, el GCDC fue una competición cuyo objetivo fue el desarrollo de un sistema eficaz de cooperación vehículo-infraestructura, siendo un desafío único en el campo de la conducción cooperativa. Con ello se buscaba acelerar la aplicación de estos sistemas, contribuyendo a aliviar los problemas de tráfico en todo el mundo.

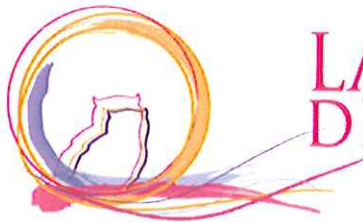


@ProgramaAUTOPIA @GrupoAUTOPIA

<http://www.car.upm-csic.es/autopia>



Colabora:



LA NOCHE EUROPEA DE LOS INVESTIGADORES EN MADRID



Rehabilitación Cognitiva

Rafael Aracil, Manuel Ferre, José M. Cogollor, Javier Rojo y José M^o Sebastián
Grupo de Robots y Máquinas Inteligentes
CENTRO DE AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA (CAR) UPM-CSIC

En las técnicas de rehabilitación cognitiva es necesaria la monitorización del comportamiento del paciente así como el reconocimiento de las acciones realizadas para completar la tarea. Con esto se contribuye al diseño de un sistema que detecte e identifique de forma autónoma los movimientos para registrar los errores cometidos y alertar al paciente sobre ellos.

El grupo de Robots y Máquinas Inteligentes de la UPM centra parte de su investigación en el diseño, evaluación e integración de dispositivos y algoritmos para el seguimiento del movimiento del cuerpo humano que permitan automatizar las actuales tareas de rehabilitación lo que aumenta la calidad de vida e independencia de los pacientes.

Monitorización del Paciente

Mediante el uso de sensores de visión como Kinect se desarrollan algoritmos para la detección y seguimiento de manos para adquirir información sobre el comportamiento del paciente y la ejecución de la tarea en general.



Figura 1: Sensor Kinect.



Figura 2: Detección y seguimiento de manos en tiempo real.

Reconocimiento de Gestos

Gracias a dispositivos innovadores como Leap Motion se pueden obtener soluciones no invasivas para reconocer gestos manuales principalmente relacionados con el agarre de objetos durante la ejecución de la actividad.



Figura 3: Sensor Leap Motion.

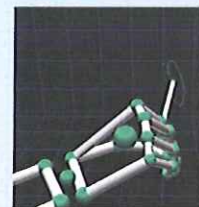


Figura 4: Reconocimiento de gestos en tiempo real.

Realimentación para el Paciente

La realimentación se basa en informar al paciente sobre los errores cometidos y cómo solucionarlos. Para ello, se implementan relojes inteligentes e interfaces multimodales que proporcionan señales vibrotáctiles, acústicas, visuales y mensajes de texto para interactuar con el paciente.



Figura 5: Reloj inteligente Metawatch.



Figura 6: Interfaz de usuario multimodal para presentación de alertas.

Escenarios de Aplicación

Actualmente, se pretende implementar estas nuevas técnicas de rehabilitación cognitiva en diferentes actividades de la vida diaria como por ejemplo, preparación de bebidas calientes o tareas de aseo.

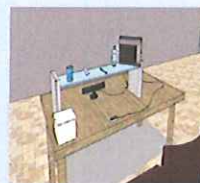


Figura 7: Prototipo experimental en cepillado de dientes.

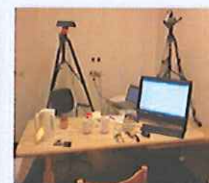


Figura 8: Prototipo experimental en preparación de té.

Rehabilitación Personalizada

Mediante interfaces simples y atractivas, los responsables del control de la rehabilitación de pacientes pueden personalizar el sistema de acuerdo con la fase de la enfermedad cerebral y personalidad del paciente. Dependiendo del tipo de error cometido las señales proporcionadas pueden ser más o menos descriptivas

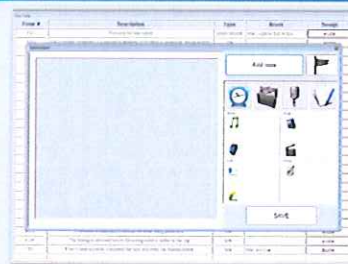
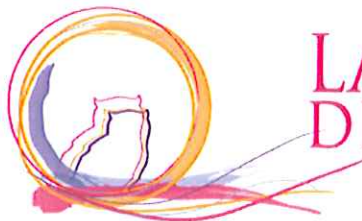


Figura 9: Interfaz para personalización del sistema de alertas en caso de errores en la ejecución de la tarea.



LA NOCHE EUROPEA DE LOS INVESTIGADORES EN MADRID

25
SEPTIEMBRE
2013
DE
16:00
24:00
HORAS

Sistemas bio-inspirados

Claudio Rossi, Antonio Barrientos, Jaime del Cerro,
Chao Zhang, William Coral, Julián Colorado

Grupo de Robótica y Cibernética

CENTRO DE AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA (CAR) UPM-CSIC

En el Bioinspired Systems Lab nos inspiramos en la biomecánica de animales para diseñar sistemas mecatrónicos innovadores, y para probar tecnologías que permitan desarrollar robots más ligeros, sencillos y seguros.

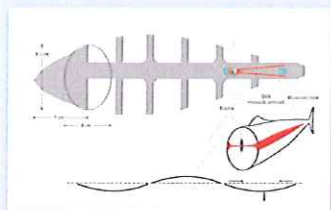
Nuestro trabajo se centra en el desarrollo de mecatrónica y estrategias de control, así como en el uso de materiales inteligentes para el accionamiento de los futuros robots de servicio, robots que compartirán su espacio de trabajo con los seres humanos.

- *iTuna: estudio de estructuras deformables y tecnología de accionamiento alternativa (materiales inteligentes) tanto para nadar como para maniobrar.*
- *BatBoT - Murciélago Robótico: estudio de alas de geometría variable para vuelo eficiente y para control de vuelo*

iTuna

El iTuna se basa en una estructura flexible, que se dobla cuando se contraen sus músculos artificiales. Estos están formados por alambres de un material inteligente llamado *aleación con memoria de forma (SMA)*.

Esta solución está inspirada en los músculos rojos de los peces, que tienen la función de doblar su espina y producir así su movimiento ondulatorio.



BatBoT



El BatBoT es el primer robot murciélago del mundo. Sus alas *mórficas* (con geometría variable) imitan a las alas de los murciélagos.

Los murciélagos, gracias a sus complejas alas, son capaces de maniobrar con extrema agilidad a baja velocidad y sin necesidad de timones y alerones.

Gracias a sus *bíceps* y *tríceps* artificiales, el BatBoT puede abrir y cerrar sus alas mientras vuela.



LA NOCHE EUROPEA DE LOS INVESTIGADORES EN MADRID

25
SEPTIEMBRE
2015
DE
16:00
24:00
HORAS

Robot Hexápodo y Manipulador Robótico para Tareas de Desminado Humanitario

Lisbeth Mena, Javier Gavilanes, Roemi Fernández, Héctor Montes, Javier Sarria, Pablo González de Santos, Manuel Armada
Grupo de Robótica de Exteriores y de Servicios
CENTRO DE AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA (CAR) CSIC-UPM

Este trabajo está desarrollado dentro del Séptimo Programa Marco de Investigación y Desarrollo financiado por la Comunidad Europea. El acrónimo de este proyecto es TIRAMISU. Las tareas para la detección y localización de minas terrestres antipersonales son llevadas a cabo por este robot hexápodo caminante, el cual lleva a bordo un manipulador de exploración de 5 gdl con un detector de metales instalado en su extremo.

El grupo de Robótica de Exteriores y de Servicios del CAR CSIC-UPM centra sus actividades en la robótica y en el control de procesos industriales, con énfasis en robots caminantes y escaladores. Múltiples publicaciones y patentes avalan la calidad de las aportaciones. Las investigaciones llevadas a cabo tienen un amplio ámbito de aplicación en aquellos sectores que precisan acercarse a las fronteras del conocimiento.

Robot Hexápodo y Manipulador Robótico

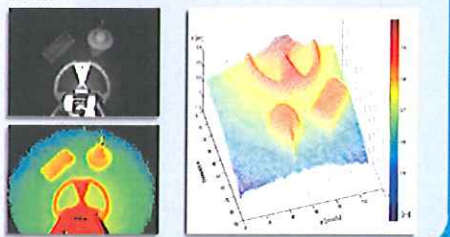
Robot hexápodo con manipulador de exploración a bordo durante la realización de series de experimentos en interiores y exteriores. La configuración SCARA de las patas del robot hexápodo hace que el robot tenga un bajo consumo de energía cuando el robot camina sobre terreno plano o con pendiente reducida, debido a que sus patas están desacopladas gravitacionalmente. Este robot con patas tiene una masa de unos 250 kg, y puede soportar una carga útil de hasta 300 kg.

El manipulador tiene 5 gdl y está dotado de un detector de metales para la detección de minas terrestres y una cámara mini-TOF para el mapeo del terreno que debe ser escaneado. La cámara mini-TOF proporciona una nube de puntos del terreno que permite mantener el detector de metales a una altura constante por encima del suelo y la realización de una exploración eficiente del terreno contaminado por minas antipersonales.



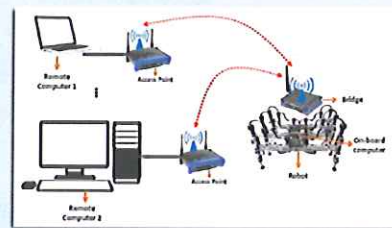
Imágenes de la mini-TOF

En estas figuras se muestran los datos de amplitud de la mini-TOF, los datos de rango en el eje de profundidad y el mapa 3D resultante de la escena captada en donde hay dos minas. Se pueden observar con claridad las dos minas, así como parte del soporte del detector de metales.



Comunicación Inalámbrica

El robot hexápodo se comunica de forma inalámbrica a través de un red punto a punto desde cualquier ordenador remoto, para efectuar tareas en zonas en donde no se cuente con proveedores de red de área local.



Secuencia fotográfica de un patrón de marcha del robot

Esta figura muestra una secuencia fotográfica de una trayectoria específica seguida por el robot hexápodo en exteriores. El robot porta el brazo manipulador de exploración instalado en frente de él. El robot hexápodo y el manipulador de exploración se utilizan para llevar a cabo las tareas de detección y localización de minas terrestres antipersonal, para aplicaciones de desminado humanitario.





LA NOCHE EUROPEA DE LOS INVESTIGADORES EN MADRID

25 SEPTIEMBRE 2017
DE 16:00 A 24:00 HORAS

Visión por Computador para "Drones"

Computer Vision Group
CENTRO DE AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA (CAR) UPM-CSIC

El grupo de Visión por Computador de la UPM tiene como objetivo proveer a los "drones" de una mayor autonomía mediante la visión, dotándoles de un mayor conocimiento de su entorno y empleando para ello cámaras, sensores ligeros y económicos, que capturan una información tan importante para los humanos como es la información visual.

Áreas de investigación

Procesamiento de imagen,

para extraer información útil de la escena.

Las tareas más habituales son: detección visual, reconocimiento de objetos, seguimiento visual, estabilización de imagen y creación de mosaicos.

Estimación de la posición y orientación,

para conocer los movimientos de una cámara a partir de las imágenes que captura. Esto permite a un robot localizarse de forma precisa en un entorno y generar mapas tridimensionales del mismo empleando información visual.

Control visual,

para automatizar el movimiento de un "dron" o de una cámara a bordo del mismo, empleando información visual.



Proyección exterior

Transferencia tecnológica a las empresas del entorno.

Internacionalización, mediante:

- Intercambios de investigadores.
- Proyectos internacionales.
- Participación en las más prestigiosas competiciones de robótica aérea, habiendo obtenido importantes galardones.



Aplicaciones

Inspección visual aérea

- Inspección de entornos industrial.
- Mantenimiento de líneas eléctricas.
- Inspección de edificios para su rehabilitación.
- Mantenimiento de aerogeneradores.



Navegación basada en visión

- Aterrizaje automático.
- Repostaje en vuelo.
- Seguimiento de objetos y personas.
- Interacción con el entorno.
- Flotas de drones.



Detección y evasión de obstáculos

- Detección y seguimiento de aeronaves.
- Estimación de distancias.
- Planificación de trayectorias de evasión.



Inspección y mapeo de entornos naturales

- Inspección de volcanes
- Cartografía y fotografía aérea
- Agricultura y pesca



vision4UAV

www.vision4uav.com

¹ denominación común para UAV (vehículo aéreo no tripulado) o RPAS (aeronave pilotada remotamente)

fundación para el conocimiento madrid

MM Comunidad de Madrid



POLITÉCNICA

INDUSTRIALES ETSII UPM

CAR CENTRO DE AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA

CSIC CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

Colabora:



FECYT FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA



LA NOCHE EUROPEA DE LOS INVESTIGADORES EN MADRID

25 SEPTIEMBRE 2017
DE 16:00 A 24:00 HORAS

Aplicación de la robótica en invernaderos

Juan Jesús Roldán, Alberto Ruiz-Larrea, Jaime del Cerro, Antonio Barrientos
Grupo de Robótica y Cibernética
CENTRO DE AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA (CAR) UPM-CSIC


La agricultura en invernadero es un terreno propicio para la aplicación de la robótica: los robots pueden ser útiles como plataformas móviles de sensores para medir las variables ambientales o actuadores para aplicar productos a las plantas.

Este línea de Investigación y Desarrollo introduce robots terrestres y aéreos en invernaderos con el objetivo de medir la distribución espacial y temporal de sus variables ambientales.




Robots aéreos

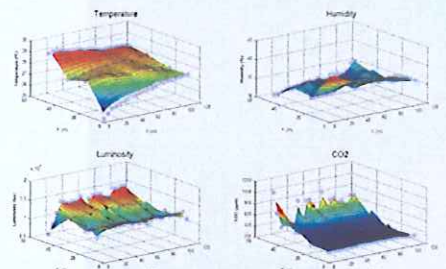
Medida de variables ambientales del aire del invernadero.

Quadrotor: 

Sensores: Temperatura/Humedad, Luminosidad, Concentración de CO₂

Colocación de los sensores en el quadrotor: 


Zona central y superior: Evitar la influencia de los flujos de aire de los rotors en la medida de los sensores.

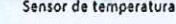
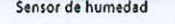
Mapas de las variables ambientales del invernadero: 

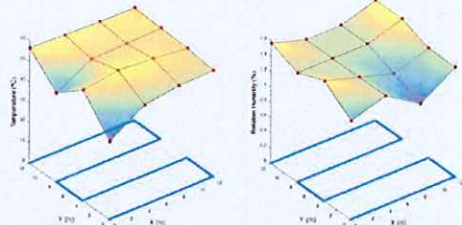
Robots terrestres

Medida de las propiedades del suelo del invernadero.

Sistema sensorial en robot terrestre:

Robot terrestre Summit XL  Plataforma de medida

Sensor de temperatura  Sensor de humedad 

Distribución de la temperatura y la humedad en el suelo: 



LA NOCHE EUROPEA DE LOS INVESTIGADORES EN MADRID



Ingeniería para la Rehabilitación

Eduardo Rocon, M.D. Del Castillo, J.I. Serrano, R. Raya, J.A. Gallego
Grupo de Ingeniería Neural y Cognitiva
CENTRO DE AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA (CAR) UPM-CSIC

La línea de investigación desarrollada por el Grupo de Ingeniería Neural y Cognitiva (gNec) del CAR se centra en el desarrollo de la próxima generación de los robots para la rehabilitación y asistencia de personas mayores y discapacitados, una población creciente con unas necesidades especiales dentro de la sociedad europea.

El área específica de la robótica de asistencia a la discapacidad y de rehabilitación tiene un marcado carácter social. Lo que demuestra el interés del grupo en que la labor investigadora revierta en beneficio de la sociedad.

Tecnologías para la rehabilitación

Tecnologías y métodos que persiguen modificar el Sistema Nervioso Central, en base a su neuroplasticidad, para facilitar la rehabilitación del control motor y producir mejoras en el Sistema Nervioso Periférico y en la función motora.



Figure 1: CPWalker platform



Figure 2: TREMOR neuroprótesis

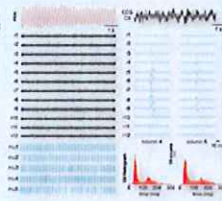
Neurofisiología de la cognición y el movimiento

Análisis y procesamiento inteligente de la información (EEG, EMG, MRI) para la ayuda a la caracterización, diagnóstico diferencial y pronóstico del desorden neurológico.

Neuroplasticidad.

Correlatos neurofisiológicos-neuropsicológicos.

Parálisis cerebral, Parkinson, Temblor esencial, Alzheimer, Esclerosis múltiple, Daño cerebral.

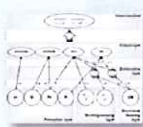


Ciencia Cognitiva

Sistemas computacionales que modelan los procesos cognitivos propios del ser humano fundamentados en teorías generales de la cognición.

Lingüística cognitiva, Toma de decisiones, Memoria de trabajo.

Envejecimiento activo, Trastorno específico del lenguaje, Alzheimer, Drogadicción.



Interacción hombre-máquina

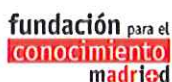
Algoritmos que transforman la intención humana en comunicación con el exterior, control de dispositivos o rehabilitación.

Diseño, desarrollo y uso de sensores para capturar patrones motores y cognitivos del comportamiento humano: sensores inerciales, gafas de realidad virtual, seguimiento ocular.



DEMO: Proyecto CPWalker

El proyecto validará, técnica, funcional y clínicamente, el concepto consistente en mejorar la rehabilitación física de la Parálisis C erebral con una plataforma robótica basada en un enfoque novedoso: los patrones motores de las extremidades están representados en la corteza motora, y son transmitidos a las extremidades y serán realimentadas de nuevo a la corteza a través del CPWalker. La actividad cerebral encargada del control motor será usada para conducir la rehabilitación física. La información motora será recogida principalmente desde la señal EEG, pero también incorporará otras señales como EMG, IMUs, y sensores de fuerza incluyendo, de esta forma, el sistema nervioso central y periférico y el sistema musculoesquelético en la rehabilitación del paciente.



Colabora:

