

Boletín de Robótica

Grupo Temático de Robótica del Comité Español de Automática

www.cea-ifac.es/wwwgrupos/robotica

Núm. 17 | Otoño 2009 - Invierno 2010

Workshop Robot'09

Entre los días 23 y 24 de Noviembre de 2009 se ha celebrado en la Universidad Politécnica de Cataluña el segundo II Workshop de Robótica, ROBOT'2009. Estas segundas jornadas de Robótica han seguido la línea trazada en Zaragoza en el año 2007 en el marco del CEDI. Esta nueva edición ha tenido por principal objetivo dar a conocer los proyectos de investigación que se llevan a cabo en la universidades y centros de investigación españoles, que han llegado a un estado de desarrollo que son susceptibles transferir al mundo industrial. Se han seleccionado la presentación de los proyectos considerados más maduros y más próximos a su producción industrial, en un foro de trabajo al que han sido invitadas a participar empresas con un perfil claramente orientado a la innovación tecnológica en áreas afines a la Robótica. En total, se han presentado 23 trabajos de proyectos precompetitivos a lo largo de los dos días que ha durado el evento.

El acto fue presidido por el Vicerrector de Investigación e Innovación de la UPC Dr. Francesc Xavier Gil Mur. Han colaborado en la organización del evento los siguientes organismos: Facultad de Informática de Barcelona, CEA, CREB, IEEE RAS, ACCIÓ, la Generalitat de Cataluña, el Ministerio de Ciencia e Innovación, la Universidad de Málaga, TECNIO y el Departamento de Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática Industrial.

Este Workshop que fue organizado por la UPC, es- [CONTINÚA EN LA PÁGINA 2 >>](#)



En este número:

- Workshop Robot'09
- Jornadas Robótica 2010
- Premio tesis 2008
- Proyecto Europeo y nacional
- Noticias

Jornadas de Robótica'10

La 6ª edición de las Jornadas Nacionales de Robótica tendrá lugar los días 17, 18 y 19 de Mayo en Málaga. Como es habitual estas jornadas se organizan junto a 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). En la reunión del Grupo de Robótica se presentaran las 3 tesis candidatas al Premio GTRob 2009, se revisará el estado de la actualización del Libro Blanco y se presentaran las actividades realizadas por el grupo. Os esperamos a todos en Málaga.



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Alicia Casals y Manel Frigola
 Universidad Politècnica de
 Catalunya

>> VIENE DE LA PÁGINA 1 tuvo presidido por Josep Amat, siendo el secretario Manel Frigola, profesores del Departamento de Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática Industrial de la UPC. El comité organizador estaba completado, como vocales, por: Guillem Alenyà (Institut de Robòtica i Informàtica Industrial, CSIC-UPC), Alicia Casals (Institut de Bioenginyeria de Catalunya y UPC), Francisco Escolano (Universidad de Alicante), Luis Montano (Universidad de Zaragoza), Anibal Ollero (Universidad de Sevilla), Pedro Sanz (Universidad Jaume I), Rafael Sanz (Universidad de Vigo) y Victor Muñoz (Universidad de Málaga).

Al finalizar las jornadas esta comisión organizadora valoró positivamente el resultado de esta iniciativa, más por el interés despertado en muchas empresas que solicitaron la información de los proyectos presentados, que por la participación presencial, que fue más reducida de lo esperado. Esta comisión confió la celebración de la próximas jornadas al grupo de Anibal Ollero de la Universidad de Sevilla (2011) y las siguientes a celebrar el 2013 al grupo de Pedro Sanz de la Universidad Jaume I, esperando que esta mayor previsión para la organización de las próximas ediciones facilite su organización y difusión.



Premio a la mejor tesis doctoral en Robótica 2008

Jose A. Castellanos
 Universidad de Zaragoza



Durante las pasadas XXX Jornadas de Automática, celebradas en la ciudad de Valladolid a comienzos del mes de Septiembre, se desarrolló la fase final del premio a la mejor tesis doctoral en Robótica del año 2008. Esta edición, coordinada por José Angel Castellanos (Universidad de Zaragoza), contó con diez tesis doctorales candidatas al premio que fueron evaluadas por un jurado formado por: Luis Miguel Bergasa (Universidad de Alcalá de Henares), José María Sebastián (Universidad Politécnica de Madrid) y Juan López Coronado (Universidad Politécnica de Cartagena). Tres fueron las tesis doctorales seleccionadas para concurrir a dicha fase final, donde cada candidato realizó una presentación pública de su trabajo ante el jurado, que finalmente otorgó el premio a Dña. Lina María Paz Pérez por su trabajo titulado “Divide and Conquer: EKF SLAM in $O(n)$ ”, dirigido por el Dr. José Neirra Parra de la Universidad de Zaragoza. Obtuvo el primer accesit D. Eris Chinellato por “Visual Neuroscience of Robotics Grasping”, dirigido por el Dr. Angel Pascual del Pobil de la Universidad Jaume I, Castellón. Finalmente, obtuvo el segundo accesit Dña. Ana Cristina Murillo Arnal por “Visual Localization for Robotics: metric, topological and higher abstraction levels” dirigido por los doctores Carlos Sagüés Blazquiz y José Jesús Guerrero Campo de la Universidad de Zaragoza. Se presentan a continuación unos breves resúmenes de dichos trabajos.

Tesis

Ganadora, Premio mejor tesis 2008

Divide and Conquer: EKF SLAM in $O(n)$

La tesis doctoral se ha concentrado en solucionar las principales limitaciones del Filtro de Kalman Extendido (EKF) aplicado al problema de la Localización y Construcción Simultánea de Mapas (SLAM: Simultaneous Localization and Mapping): su complejidad computacional y su consistencia. Con este propósito, los procesos de actualización de la matriz de covarianza, asociación de datos, localización global y el cerrado de bucles han sido analizados en detalle para formular estrategias robustas. La tesis hace una revisión de las técnicas recientes que han impulsado un importante progreso en el contexto de complejidad computacional en SLAM. Se introduce el EKF detallando sus limitaciones mediante sendos análisis de coste computacional y consistencia.

Como primera contribución significativa de la tesis se realiza un análisis comparativo sobre el coste computacional entre técnicas estándar de SLAM basadas en EKF y técnicas avanzadas basadas en la construcción de mapas locales (Local Mapping) y su fusión de mapas (Map Joining). Los resultados obtenidos bajo experimentos simulados de Monte Carlo demuestran que construir un mapa global de un entorno a partir de varios mapas locales, los cuales son posteriormente unidos, no sólo reduce la complejidad del SLAM si no que también produce una solución más consistente, ya que logra limitar los errores producidos en los procesos de linealización. El análisis también discute la dependencia de los métodos de Map Joining sobre el tamaño de los mapas locales para lograr optimizar el coste computacional y la consistencia. Como resultado de este análisis se propone el Divide and Conquer (D&C) SLAM, una nueva estrategia que fusiona mapas locales en forma jerárquica llevando a cabo actualizaciones en $O(n)$.

Asimismo la tesis presenta un algoritmo de asociación de datos, denominado RJC, también de coste lineal, que hace uso de estrategias alternativas de división espacial por celdas de ocupación (Grid Sampling o Tesellation) combinadas con técnicas de consenso robusto (RANSAC). Como ventaja al usar éstas técnicas, los tests de compatibilidad individual son realizados en tiempo lineal, lo cual hace este esquema favorable al problema de localización global.

Posteriormente la tesis demuestra que el problema de localización global puede ser resuelto también en tiempo lineal con el tamaño del mapa y el número de elementos parciales observados por el sensor. La representación del espacio de configuraciones o hipótesis posibles para la posición del robot mediante Grid Sampling y el cálculo de correspondencias, permite usar una estrategia de votación, dirigida por los emparejamientos, más eficiente que las estrategias de votación típicamente usadas en algoritmos del estilo de Monte Carlo.

Finalmente, se presenta un sistema eficiente de SLAM 6DOF para entornos a gran escala, que hace uso de una cámara estéreo como único sensor

Doctorando: Lina María Paz Pérez

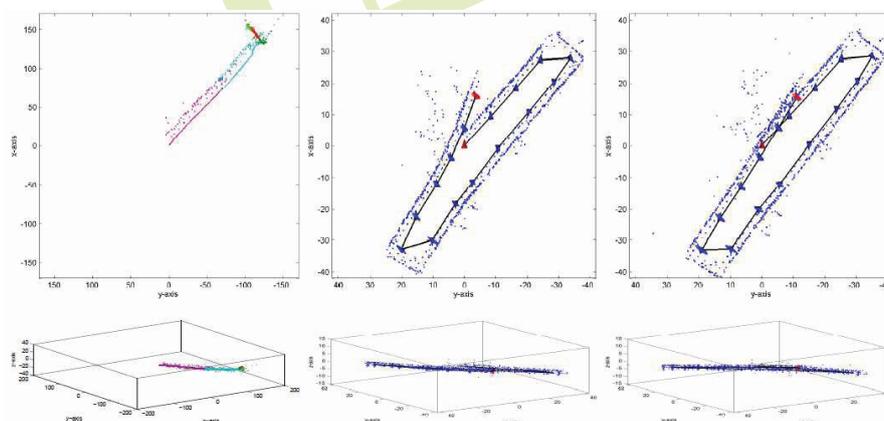
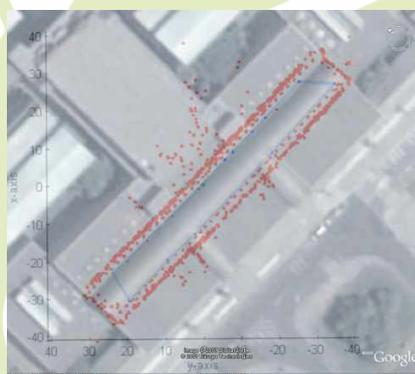
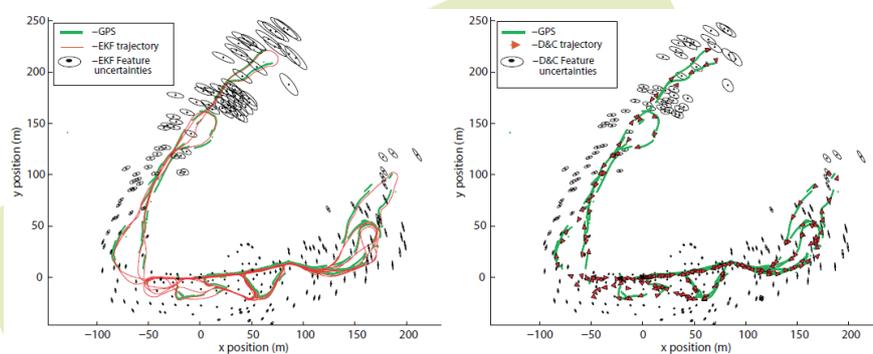
Universidad: Zaragoza

Fecha: 04/11/2008

Director: José Neira Parra



disponible. La incorporación de puntos cercanos mediante una parametrización 3D permite recuperar la información de la escala real del mapa evitando una deriva de la misma; simultáneamente, el uso de puntos en el infinito mediante parametrización de profundidad inversa son útiles para obtener información de orientación de la cámara. Otra de las contribuciones es la combinación de D&C SLAM junto con técnicas recientes de construcción de mapas locales con propiedades de independencia condicional. Esta última permite al sistema de SLAM 6DOF compartir información entre mapas consecutivos relacionada con el modelo de movimiento de la cámara así como características comunes. El nuevo método denominado Condicional Independent D&C SLAM, permite recuperar el mapa total del entorno de forma simple y eficiente añadiendo robustez a los procesos de estimación sin sacrificar precisión.



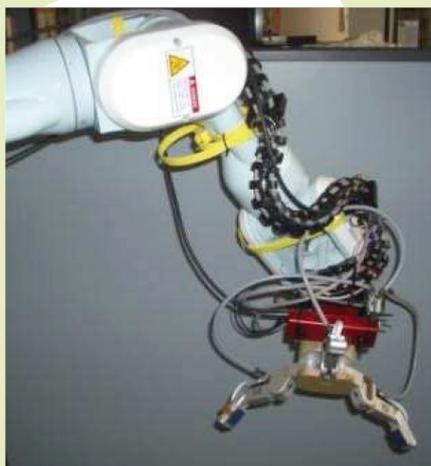


Tesis

Primer Accésit, Premio mejor tesis 2008

Visual Neuroscience of Robotics Grasping

En esta tesis se aborda el problema del agarre de objetos basado en visión desde dos puntos de vista diferentes y complementarios: el robótico y el neurocientífico. El análisis de la literatura sobre las acciones de agarre basado sobre información visual en ambos campos ha permitido definir e implementar un modelo funcional de las áreas del cerebro involucradas en dichas acciones. Este modelo constituye un puente entre las ciencias cognitivas y la robótica, e incluye todos los pasos requeridos para la ejecución de un agarre satisfactorio a partir de datos visuales. Se presentan varias hipótesis relacionadas con los mecanismos que permiten interacciones complejas con el espacio peri-personal basadas en la integración de diferente información sensorial. Para ello, se consideran datos proporcionados por información visual de diferente naturaleza (por ejemplo estereoscopia y perspectiva), datos propioceptivos sobre el estado del brazo y de la mano, e información táctil desde el momento del contacto con el objeto. Se proponen, además, funciones de transferencia que simulan las transformaciones visuomotoras realizadas en las áreas del cerebro más importantes para la planificación y ejecución del agarre.



Gracias a su enfoque funcional, el modelo es particularmente apropiado para su implementación en un entorno robótico real, y en esta tesis se ha desarrollado un sistema completo de agarre robótico basado en visión siguiendo este modelo. Se han realizado diferentes experimentos de agarre utilizando objetos reales desconocidos. Los satisfactorios resultados obtenidos confirman que los dos objetivos principales de la tesis han sido alcanzados con éxito. Por un lado, el sistema es capaz de agarrar de forma fiable varios objetos sin hacer uso de modelos previos, gracias a sus notables habilidades visuales y visuomotoras. Ello confirma que la nueva línea de investigación propuesta por esta tesis es significativa y prometedora.

Por otro lado, se demuestra que tanto el modelado computacional como los experimentos robóticos ayudan a validar teorías sobre los mecanismos empleados por las áreas del cerebro involucradas en las acciones de aga-

Doctorando: Eris Chinellato

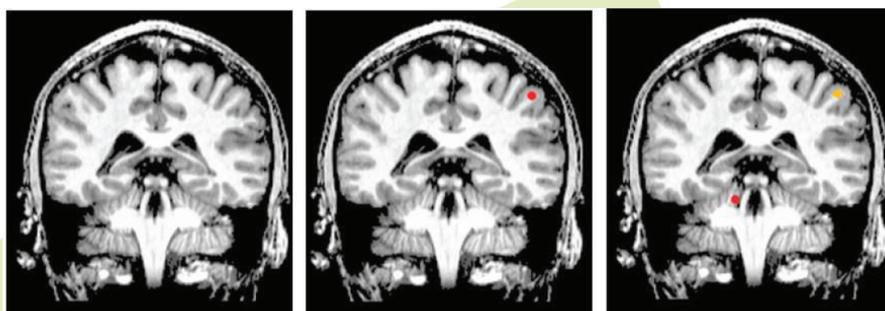
Universidad: Jaume I, Castellón

Fecha: 20/06/2008

Director: Angel Pascual del Pobil



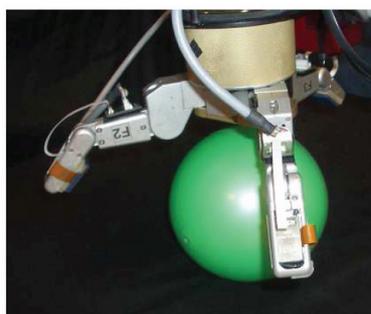
re. Esta tesis ofrece nuevas ideas e hipótesis de investigación relacionadas con dichos mecanismos, y ayuda además a establecer un marco de trabajo común para neurocientíficos y robóticos en el estudio de los procesos cerebrales. Entre las contribuciones de la tesis son de destacar primero su valor como trabajo pionero en representar un puente entre disciplinas, ya que hacen solo algunos años, cuando se inició el proyecto de tesis, pocos eran los proyectos de investigación y los eventos dedicados a trabajos interdisciplinarios entre robótica y neurociencia. Por lo que concierne más de cerca la robótica, se evidencia la propuesta y ejecución de un planteamiento atrevido y fuertemente innovador, que bien puede representar un primer paso hacia un tipo de inteligencia más flexible y robusta como la requerida por los robots autónomos del futuro.



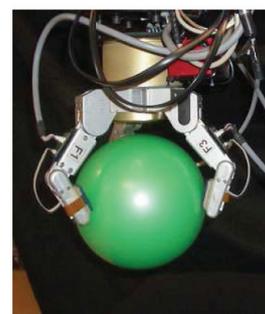
(a) Via-posture for cylinder



(b) Cylinder grasping



(c) Via-posture for sphere



(d) Sphere grasping

Tesis

Segundo Accésit, Premio mejor tesis 2008

Visual Localization for Robotics: metric, topological and higher abstraction levels

Cada vez vemos más sistemas robóticos a nuestro alrededor, que salen del típico puesto en cadenas de montaje para formar parte de tareas de servicio o rescate. Muchas de estas aplicaciones están basadas en sensores de visión, los cuales se han extendido mucho en los últimos años por las ventajas que ofrecen respecto a otros sensores: gran cantidad de información, medidas a larga distancia, bajo coste, tamaño reducido o facilidad de uso. El área de visión por computador abarca gran cantidad de temas y está teniendo una evolución muy rápida; sin embargo, se observa un gran salto entre sus últimos avances y las aplicaciones robóticas basadas en visión. Puede que este salto se deba a la divergencia en los objetivos de las áreas de visión y robótica o a que muchos métodos de visión por computador resultan poco adecuados para los requerimientos en robótica y tiempo real.

El objetivo de esta tesis es desarrollar métodos para localización, una tarea necesaria en cualquier sistema móvil autónomo, basados en visión. Un sistema autónomo necesita localizarse a si mismo y a los elementos a su alrededor para poder moverse e interactuar de manera inteligente con su entorno. El problema de localización puede resolverse en distintos niveles semánticos y esta tesis abarca un amplio rango de ellos. En particular, se han estudiado los siguientes problemas: (1) Correspondencias en imágenes: buscar correspondencias entre distintas vistas de una escena es una tarea de bajo nivel necesaria para la mayoría de trabajos en visión por computador

Doctorando: Ana Cristina Murillo Arnal

Universidad: Zaragoza

Fecha: 30/10/2008

Directores: Carlos Sagüés Blazquiz y José Jesús Guerrero Campo



Image 1. Robust line matches

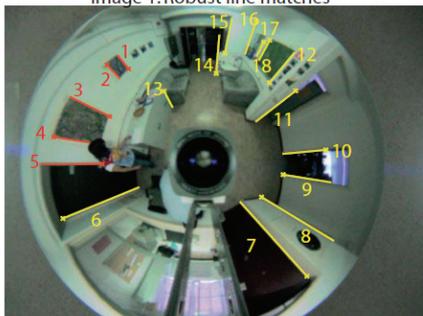


Image 2. Robust line matches

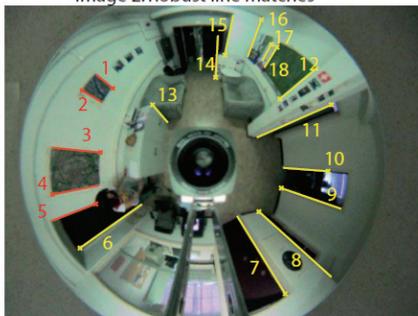
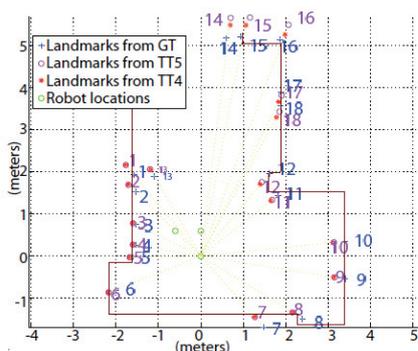
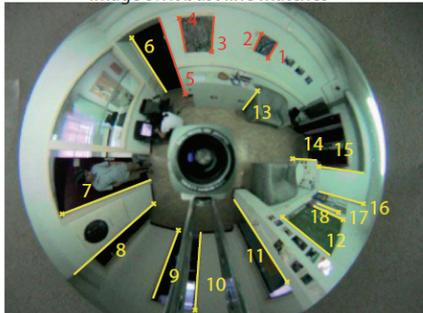
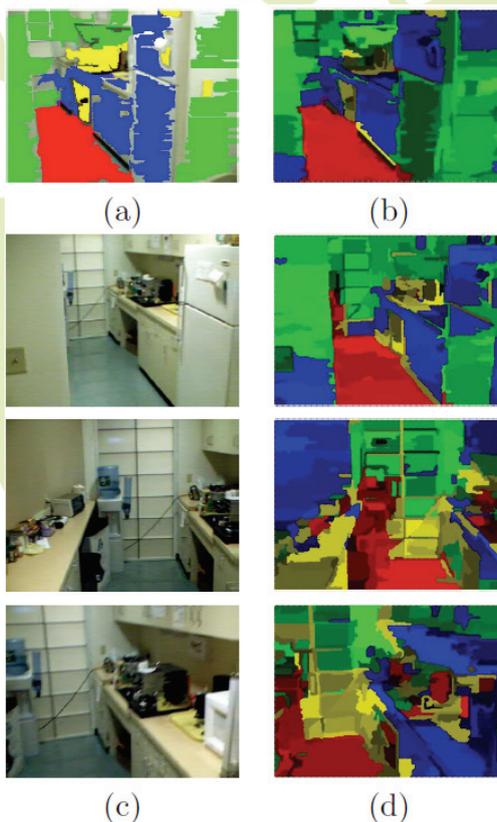


Image 3. Robust line matches



que depende mucho de la tarea a realizar. Esta tesis analiza los métodos más adecuados para nuestros objetivos; (2) Localización global métrica: la base geométrica de las imágenes permite relacionar varias vistas de una escena y recuperar la posición en ella de cámaras y elementos en las imágenes. Este trabajo se centra en el caso de líneas como características en las imágenes y en el uso de información angular 1D; (3) Localización topológica: es una tarea cercana al reconocimiento de lugares y búsqueda de imágenes en bases de datos. Evalúa la similitud de la imagen actual respecto a un conjunto de imágenes de referencia o mapa visual. Esta parte de la tesis presenta un proceso jerárquico que proporciona varios niveles semánticos de localización, centrándose en el nivel topológico e integrándolo con el nivel métrico; (4) Niveles más altos de abstracción: por último esta tesis se centra en reconocer e interpretar el entorno del robot en un nivel semántico más alto y cercano a conceptos humanos. Primero, se analizan modelos para reconocimiento en interiores de objetos de interés para el robot como las puertas. Además se presenta un método para segmentar zonas dominantes a lo largo de un video y detectar el resto de zonas, que podrían contener objetos de interés. Por último, debido a que el trabajo futuro apunta al procesamiento en videos, se ha adaptado la característica local 2D SURF a un entorno espacio-temporal 3D.



Proyecto Europeo

Mejora de la gestión de riesgos mediante robot móvil de apoyo a operaciones de desactivación de explosivos y rescate.

En 2009 finalizó satisfactoriamente el Proyecto Europeo RESCUER correspondiente al 6º Programa Marco. El proyecto RESCUER (Improvement of the Emergency Risk Management through Secure Mobile Mechatronic Support to Bomb Disposal and Rescue Operation) propone un nuevo paradigma de Robot de Protección Civil que reemplaza los actuales robots altamente especializados en desactivación o rescate y que están limitados a un número reducido de tareas. Algunas de las innovaciones aportadas por el proyecto forman hoy parte de la agenda estratégica de EUROP.

RESCUER ha sido concebido para múltiples propósitos y para dar respuesta en escenarios variados. Las misiones se han diseñado de acuerdo con los requerimientos del usuario final del primer prototipo, la Agencia de Protección Civil de Bulgaria), que integra competencias de protección civil y desactivación de explosivos. Entre las misiones que puede realizar se cuentan:

- Misiones de rescate en incidentes industriales (el robot es capaz de realizar medidas remotas de concentraciones de gases y radiación, transportar elementos entre zonas contaminadas y no contaminadas, generar mapas, manipular remotamente válvulas, puertas, paneles HMI, etc.).
- Misiones IEDD (Improved Explosive Device Disposal): inspeccionar y asegurar paquetes sospechosos: mochilas, maletas, etc.
- Misiones EOD (Explosive Ordnance Disposal): desactivación de explosivos armamentísticos.

RESCUER dispone de capacidades reales de telepresencia. Mediante dos Brazos Modulares controlados remotamente con un exoesqueleto pasivo y un cabezal de estereo visión que vuelca ambas imágenes a unas gafas 3D, el

Acrónimo: RESCUER

Programa: UE FP6-2006-IST

Duración: 2006-2009

Contacto: Roberto Guzmán
(rguzman@robotnik.es),
Robotnik Automation,S.L.L.



operario es capaz de percibir el entorno e interactuar con él. El exoesqueleto dispone de frenos en las articulaciones, de forma que es posible interrumpir el control durante una misión para retomarlo posteriormente. Para unir el exoesqueleto a los brazos del operario se han diseñado ortosis que permiten el manejo simultáneo del exoesqueleto y el resto de elementos de control (joysticks, HMI y control de fuerza de la pinza de dos dedos). La pinza de dos dedos permite la realimentación de fuerza hasta el operario, de forma que éste es capaz de percibir en sus dedos la fuerza ejercida por la servopinza montada en el robot.

RESCUER tiene además autonomía para la realización de determinadas tareas como la navegación autónoma, tareas cooperativas de manipulación o la detección inteligente de intenciones en el control de la mano Barrett de 3 dedos. Para esto último el operario dispone de un guante sensorizado, el sistema mapea 17 sensores a los 3+4GDL de la mano robotizada. Los dedos índice, anular y pulgar se utilizan para telecontrol, los otros dos sirven para enviar comandos, básicamente configuraciones y modos de control.

Para el control del robot se ha desarrollado una arquitectura basada en componentes que incluye una capa de comunicaciones “middleware” encargada de priorizar y gestionar los mensajes a través de WiFi/WiMan.

Puede encontrarse más información en

<http://www.rescuer-ist.net/>.

<http://www.robotnik.es/automation/productos/agvs/robotnik-p01-s.html>





Proyecto Nacional

Control de sistemas telerobóticos mediante interfaces avanzadas para personas discapacitadas

El objetivo final del proyecto es desarrollar una interfaz multimodal hombre-robot que permita el control de sistemas robóticos por personas discapacitadas. Esta interfaz multimodal se compondrá de una interfaz cerebral no invasiva, una interfaz ocular y una interfaz háptica. En función del grado de discapacidad de la persona, ésta podrá utilizar determinadas características de la interfaz multimodal para controlar un dispositivo robótico. Inclusive, la interfaz multimodal podrá ser empleada por personas sin discapacidad con la finalidad de mejorar la interacción hombre-robot.

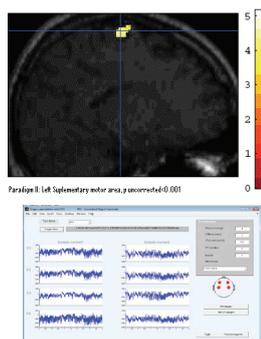
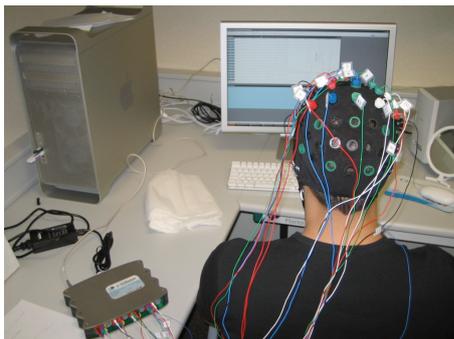
En el proyecto actualmente se está desarrollando la interfaz cerebral no invasiva del operador, que es uno de los principales objetivos del proyecto. Esta interfaz utiliza señales EEG (electroencefalográficas) espontáneas generadas voluntariamente por el operador. La interfaz se basa en un protocolo asíncrono y es capaz de diferenciar entre 3 estados mentales relacionados con la imaginación motora. Se ha llevado a cabo un estudio previo utilizando fMRI (funcional Magnetic Resonance Image) con diferentes usuarios con la finalidad de determinar las tareas mentales que producen una mejor activación y, de este modo, determinar el mejor emplazamiento de los electrodos. En la interfaz se está utilizando la Transformada de Wavelet como algoritmo de extracción de características. Como clasificador de la interfaz, actualmente se están desarrollando dos clasificadores basados en LDA (Linear Discriminant Analysis) para mejorar la clasificación de las tareas mentales. Otros de los objetivos del proyecto es el desarrollo de una interfaz de seguimiento ocular para controlar un robot. Se han desarrollado dos interfaces de seguimiento ocular: una basada en electrooculografía y otra en visión artificial. En la interfaz basada en electrooculografía, el movimiento de los ojos es registrado utilizando la técnica de electrooculografía (EOG), que se basa en detectar la diferencia de potencial entre la córnea y la retina mediante electrodos. Por otra parte, en la interfaz basada en visión artificial, se detecta el movimiento ocular de la persona mediante una cámara CCD que capta el rostro de la persona sin utilizar ningún tipo de marca artificial. Actualmente se está comenzando el desarrollo de arquitecturas de control compartido que permitan generar los comandos de control del sistema robótico a partir de las interfaces desarrolladas.

Acrónimo: COSTE4DIS

Programa: CICYT - DPI

Duración: 2009-2011

Contacto: José María Azorín Poveda (jm.azorin@umh.es),
Virtual Reality and Robotics
Lab, Universidad Miguel
Hernandez de Elche



Noticias



Edita:

Grupo Temático de Robótica (GTRob) del Comité Español de Automática (CEA)

Coordinador GTRob:

Alfonso García Cerezo
Universidad de Málaga
alfonso.garcia@isa.uma.es

Editor boletín GTRob:

Marc Carreras
Universidad de Girona
marc.carreras@udg.edu



UPV y UMU ganan la Robocup Mediterranean Open

El equipo compuesto por el Instituto de Automática e Informática Industrial (Instituto ai2) de la Universidad Politécnica de Valencia y el Grupo de Investigación en Ingeniería Aplicada de la Universidad de Murcia se impuso este pasado mes de Marzo en la Robocup Mediterranean Open, en la que se dieron cita 8 equipos de Europa, además de un conjunto de EEUU. Tras una final muy disputada frente al equipo alemán –el “Nao Team Humboldt”–, el combinado valenciano-murciano logró hacerse con el título en la tanda de penaltis.

Se trataba de la primera ocasión en que ambas universidades -UPV y UMU- participaban de manera conjunta en esta competición. Entre otros países, hubo representación también de Francia, Austria, Grecia e Italia. El equipo, bautizado con el nombre de “Los Hidalgos”, estuvo integrado por cuatro robots humanoides de los designados por la organización de la Robocup para la Standard Platform League. Estos son los robots Nao de la Empresa Aldebaran en su versión V3+. El equipo de la UPV y la UMU arrancó la competición midiéndose al equipo francés de “Les Tres Mousquetaires” (L3M), contra los que perdieron por un gol a cero. Los otros dos partidos de la fase clasificatoria los saldaron con sendas victoria, la primera frente a los italianos del SPQR y la segunda frente al otro representante español, el SpiTeam; y ya en las semifinales, “Los Hidalgos” vencieron a los “Austrian-Kangaroos”. Todos estos encuentros acabaron en tablas tras el tiempo reglamentario y se decidieron con lanzamientos de “pena máxima”. Ya en la final, el equipo del Instituto ai2 de la UPV y el GIJA de la UMU logró hacerse con el título de campeón, al imponerse también en la “muerte súbita” de los penaltis a los alemanes del “Nao Team Humboldt”.

Tras este éxito, la próxima cita para los investigadores de la UPV y la UMU será el Mundial RoboCup 2010, en el que formarán equipo con los franceses del “Les Trois Mosquetaires”, integrado por investigadores de la Universidad de Versailles, París 8 y la EFREI (Ecole Française d’Electronique et d’Informatique).

Premio EURON-EUROP al Proyecto AWARE

El pasado día 11 de Marzo tuvo lugar en San Sebastián la presentación de los seis finalistas a los tres premios “EUROP-EURON Technology Transfer Awards” que conceden conjuntamente la Plataforma Europea de Robótica EUROP, la Red Europea de Robótica EURON y la sociedad EUnited Robotics, dedicados a premiar la generación de tecnologías muy innovadoras y su transferencia de universidades y centros de investigación a las empresas.

El proyecto AWARE, liderado por Anibal Ollero y los investigadores del Grupo de Robótica, Visión y Control (GRVC) de la Universidad de Sevilla, fue uno de los ganadores de estos premios. AWARE ha estado dedicado a sistemas de vehículos aéreos no tripulados integrados con redes inalámbricas de sensores. El proyecto ha desarrollado y demostrado por primera vez en el mundo diversas tecnologías, y ha conseguido generar productos y servicios que están siendo comercializados con gran éxito pocos meses después de su finalización.