

# Robots Móviles con Telepresencia a través de Internet

Juárez Ibáñez Julia Aidee<sup>1</sup>, Peláez Camarena Silvestre Gustavo<sup>2</sup>.

División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Orizaba.  
Av. Instituto Tecnológico N° 852 Col. Emiliano Zapata, CP 94320, Orizaba, Veracruz, México.  
Tel.: 01(272) 7244096 Correo Electrónico: [juarez.aidee@gmail.com](mailto:juarez.aidee@gmail.com)<sup>1</sup>, [sgpelaez@yahoo.com](mailto:sgpelaez@yahoo.com)<sup>2</sup>.

## Resumen

*Los robots móviles están provistos de patas, ruedas u orugas que los capacitan para desplazarse, son usados en diversos ambientes de trabajo para desempeñar tareas programadas ya sea por supervisión directa o a través de un programa definido, la información de su entorno es obtenida y procesada por medio de sensores de presencia, infrarrojos y/o sonares, etc. Existen diversas circunstancias en las cuales un operador ya sea por localización geográfica o riesgo no puede estar presente en estos casos se utilizan aplicaciones robóticas con telepresencia. El presente artículo muestra los avances en el Diseño de una interfaz para controlar un robot móvil vía Internet empleando la telepresencia.*

Palabras clave: Robot Móvil, Telepresencia, Java, Internet.

## 1. Introducción

La robótica es una tecnología o ciencia multidisciplinar que se ocupa del estudio y desarrollo de robots haciendo uso de áreas como la mecánica, electrónica, visión por computadora, inteligencia artificial, Informática, etc.

La telepresencia es la interacción a distancia del hombre con el mundo real, a través de aparatos tecnológicos ya sean mecánicos, electrónicos y/o informáticos [1].

Es un sistema humano-maquina, en el cual los usuarios emplean actuadores y/o sensores, cámaras, micrófonos, y otros dispositivos, transmite los sonidos transmite los sonidos, imágenes y señales desde el lugar remoto, de vuelta al usuario, todos estos dispositivos y sensores le dan al usuario la capacidad retroalimentación.

Los sistemas robóticos con telepresencia hacen un uso efectivo de los controles en tiempo real y de la visión por computadora para llevar a cabo tareas en lugares donde el usuario se encuentra geográficamente remoto o bien existe algún riesgo.

Los sistemas de telepresencia se dividen en [2]:

- *El Dispositivo Teleoperado:* Podrá ser un manipulador, un robot, un vehículo o dispositivo similar. Es la máquina que trabaja en la zona remota y que esta siendo controlada por el operador.
- *Interfaz:* Conjunto de dispositivos que permiten la interacción del operador con el sistema. Se considera al manipulador maestro como parte del interfaz, así como a los monitores de vídeo, o cualquier otro dispositivo que permita al operador mandar información al sistema y recibir información del mismo.
- *Control y canales comunicación:* Conjunto de dispositivos que modulan, transmiten y adaptan el conjunto de señales que se transmiten entre la zona remota y la local. Ejemplo: Se puede utilizar Internet para establecer la comunicación entre el sitio remoto y local por medio del cual se transmiten las señales de control en la interacción remota hombre-robot, aprovechando así las ventajas de Internet como un medio de comunicación barato y accesible [3].

## 2. Desarrollo del Sistema

Este proyecto utilizara materiales tecnológicos disponibles en el mercado, medios de telecomunicación (Internet), electrónica y robótica, este trabajo hace uso de un robot móvil el cual cuenta con una cámara Web y se encuentra conectado a una computadora laptop la cual le envía los datos de las acciones que realice el usuario en tiempo real.

Para el desarrollo de este proyecto los puntos que se consideraron fueron la locomoción del robot, el modelo, el peso soportado, la estructura física, disponibilidad de componentes y el lenguaje a usar para el diseño de la aplicación. .

## 2.1 Selección del Modelo del Robot.

### 2.1.1 Estructura Física

La estructura física del robot diseñado para este trabajo cuenta con dos orugas para facilitar su movimiento y disminuir el esfuerzo mecánico de los motoredutores, 2 servomotores que nos brindan dos grados de libertad para el sistema de visión (webcam) y una batería de NiCd que proporciona la energía necesaria al sistema. Todo esto fue pensado tomando en cuenta lo siguiente:

- Peso de los componentes electrónicos (como sensores, webcam, batería, etc.) y la laptop.
- Facilidad de Translación.
- Disponibilidad de componentes.

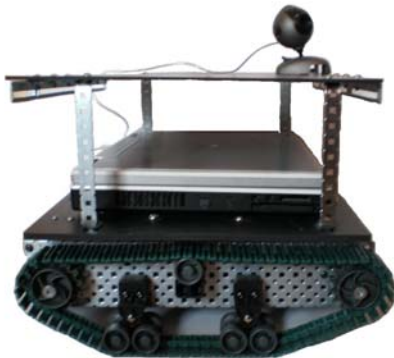


Fig. 1. Vista lateral del prototipo de robot.

### 2.1.2 Sensores

El prototipo cuenta con dos tipos de sensores analógico y digital; aunque el valor de salida de los sensores analógicos es transformado mediante un CAD (Convertidor Analógico a Digital) a digital para su posterior procesamiento.

- Sensores Analógicos.- Entre los diversos sensores analógicos utilizados se hayan los sensores de presencia (GP2Y0A21YK), que varían su nivel de voltaje de salida ante la distancia de un objeto; 2 foto-resistencias

que permiten que el usuario pueda observar a través de webcam el camino a recorrer.

- Sensores Digitales.- Estos son de tipo bumpers que detectan cuando el robot ha golpeado contra un obstáculo.

### 2.1.3 Control

El control del flujo de la información es realizado mediante dos microcontroladores PIC16F876A a 4 mhz, se eligió este microcontrolador debido a su bajo costo y altas prestaciones además de que su uso no depende de una tarjeta electrónica específica, la comunicación entre la computadora y el microcontrolador es Halfduplex, el trabajo de la computadora será proponer una dirección al robot por parte del usuario remoto y el robot utilizará sus sensores en dicha dirección para determinar si su translación es factible y regresar un arreglo de bytes a la Pc sobre el estatus del robot y la dirección tomada.

El control de los motores o motoredutores que controlan el desplazamiento del tanque (adelante, atras, izquierda o derecha)es llevado a cabo mediante un PWM (Modulación por ancho de Pulso) realizado por el microcontrolador así como la conversión de datos de analógico a digital.

La frecuencia de oscilación del registro PWM es de 400 hz y su ciclo de trabajo varia en funcion de los registros PMW que mediante microprogramación se ajustan continuamente para controlar el giro de los motoredutores acorde a la tabla 1.

Constante de trabajo K	Registro PWM	Acción
95.68 %	244	Giro Derecha
4.31 %	11	Giro Izquierda
48 %	122	Central (Alto)

Tabla 1. Movimiento del motoreductor en función de la constante de trabajo.

### 2.1.4 Visión

Para el sistema de de visión se ha integrado una cámara web para proporcionar la realimentación visual y un grado de telepresencia desde el sitio remoto del robot hasta donde se encuentra el usuario, dicha cámara se encuentra montada sobre un manipulador de 2 grados de libertad.



Fig. 2. Unión Robótica de dos grados de libertad para la cámara web.

Para la construcción del módulo de visión debemos tomar en cuenta la latencia, es decir la diferencia de tiempo entre los movimientos del usuario y las respuestas del sistema, que impide con frecuencia la buena interacción del usuario con el entorno remoto ya que las imágenes retrasadas afectan más a la ejecución una realimentación visual

Para evitar este problema una de las soluciones planteadas es emplear una secuencia de imágenes para dar al usuario la apariencia de respuesta oportuna mientras espera, después de haber sido dado una rutina, la imagen es superpuesta a la última imagen disponible del robot real cada 2 ó 3 segundos.

## 2.2 Selección del Lenguaje de Programación para el Diseño de la interfaz.

Para la elección del lenguaje de programación se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

- Claridad y sencillez
- Claridad de la estructura del programa
- Sencillez de aplicación
- Facilidad de ampliación
- Facilidad de corrección y mantenimiento
- Eficacia

En base a esto la aplicación se desarrollara usando la tecnología Java, específicamente Java Server Pages (JSP) como base para el desarrollo de aplicaciones WEB dinámicas del lado del servidor, como servidor Web se implementa Apache-Tomcat, así como un API de Comunicaciones Java, constituido por el paquete javax.comm, que proporciona JavaSoft, no forma parte del JDK, pero añade soporte a Java para dispositivos serie y paralelo.



Fig. 3. Esquema General de la Aplicación

## 2.3 Conexión

La conexión de la aplicación con el robot se realiza por medio del paquete javax.comm el cual es utilizado para comunicarse con un dispositivo RS-232. Este nos proporciona soporte para dispositivos serie y paralelo. El API de Comunicaciones Java, nos permite transmitir y recibir datos a través de dispositivos conectados al puerto serie; una vez realizada la conexión halfduplex se enviaran instrucciones específicas como lo pueden ser el estado de sensores o dirección propuesta; posteriormente se recibirán la respuesta de los sensores y la dirección tomada.

## 3 Resultados

Los resultados que se han obtenido durante el desarrollo de este proyecto son:

- La construcción del Prototipo del Robot, en base a los requerimientos establecidos.
- Manejo del Puerto rs232 en java, establecimiento de conexión a través del puerto Com4 empleando un convertidor usb-serial.
- Se realizaron pruebas con el protocolo rs232 para el envío de datos.
- Construcción de la primera fase del prototipo de la aplicación.

## 4 Conclusiones

Mediante la utilización de la Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) como es el caso

Internet empleado como medio de transmisión de datos de aplicaciones de monitoreo y/o control de robots móviles con cierto grado de telepresencia nos permitirá que los sistemas robóticos sean ampliamente disponibles para los usuarios con limitaciones geográficas.

Por otro lado el desarrollo de la interfaz con software libre como Java en este caso JSPs, y el sistema de comunicación con el puerto serial (API JavaComm) permitirá una mayor integración de las aplicaciones, además de tener la posibilidad de portabilidad entre plataformas y servidores.

Dentro de las actividades por realizar para la conclusión de este trabajo se encuentran: el desarrollo del modulo de visión para ello se están realizando pruebas con Java Media Framework, y así obtener la retroalimentación visual que necesitamos, el inicio de sesiones de trabajo mediante servlets y la incorporación a la web, pruebas finales dentro de un campo de trabajo (ejemplo: un laboratorio).

## Referencias

- [1] Wilmer Pereira, "Proposal for Automatization on Telepresence and Autonomy in Robotics", Universidad Católica Andrés Bello, 2003.
- [2] Emmanuel Nuño Ortega, Luis Basañez Villaluenga, "Teleoperación: técnicas, aplicaciones, entorno sensorial y teleoperación inteligente" Universidad Politecnica de Catalunya, Abril 2004, IOC-DT-P-2004-05
- [3] Alaa Mohamed Khamis Rashwan, Tesis Doctoral "Interacción Remota con Robots Móviles Basada en Internet", Universidad del Rey Juan Carlos, Madrid, España. 2003.
- [4] Schulz Dirk y otros, "Web Interfaces for móviles robots in public places, IEEE Robotics & automation magazine", vol 7 pp 48-56 Mar. 2000 ISSN 1070-9932.
- [5] James Trevelyan, "Description and Reference Information for Telerobot Software in Telelabs", 2004. <http://telerobot.mech.uwa.edu.au/>
- [6] J. M. Cañas Plaza, "Programación de Robots Móviles", Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, España, Agosto 2004.

[7] Ortiz Flores, Fernando, Curso "Operación y Programación de Robots", Instituto Tecnológico de Orizaba, Orizaba, Veracruz, México, 16 – 20 de Octubre de 2006.

[8] "Sistema D'Vinci para cirugía asistida por computadora", Intuitive Inc. <http://www.invdes.com.mx/antiores/Abril2000/htm/cirdistan.html>, <http://ciberhabitat.gob.mx/hospital/robotica/index.html>, <http://ciberhabitat.gob.mx/hospital/robotica/telepresencia.htm> [Consultada 09/05/2006]

[9] Cerón A. Desarrollo de un Robot Móvil teleoperado. IEEE Colombian Workshop on Robotics and Automation 2005.