

SISTEMA ROBÓTICO ARTICULADO TELEDIRIGIDO

JAIRO SILDARRIAGA¹, WILSON CANO², EDGAR MARIO RICO³, VÍCTOR HERNÁNDEZ⁴

¹ Tecnológico Pascual Bravo SAURO,
saldadit2@hotmail.com

² Tecnológico Pascual Bravo SAURO,
canowc89@hotmail.com

³ Tecnológico Pascual Bravo GARPE,
investigación@pascualbravo.edu.co

⁴ Tecnológico Pascual Bravo GARPE,
vicman1313@yahoo.es

Resumen: Este trabajo muestra el desarrollo de Siwa, un proyecto que comenzó con una estructura del automóvil, consistente en sensores, control y comunicaciones algoritmo muy básico hasta un robot de exploración de seis ruedas, según el tipo de robots móviles Rovers (tracción por medio de llantas), con trece articulaciones, sensores, control y comunicaciones algoritmo de proceso muy complejo que se desarrolló en un período de tres años.

Abstract This paper shows the development of Siwa, a project that began with a car structure, consisting of sensors, control and communications algorithm very basic up to a six wheels robot exploration, based on type mobile robots Rovers (traction tire half), with thirteen joints, sensors, control and communications algorithm very complex process that was developed in a period of three years.

Palabras clave: Actuadores, GUI, Robots, Sensores

Keyword: Actuators, GUI, Robots, Sensors.

I. Introducción

El proyecto se desarrolló en tres años, tiempo en el cual participaron de forma activa estudiantes del semillero SAURO e investigadores del grupo GARPE, pertenecientes al Tecnológico Pascual Bravo. Para lograr las metas propuestas se utilizó una metodología constructivista, que le permitió al grupo una mayor flexibilidad para: intercambiar ideas, determinar la configuración mediante simulación que permita estabilidad para el sistema, elaborar los diseños mecánicos y electrónicos, desarrollar la interfaz gráfica de usuario (GUI), desarrollar rutinas y subrutinas de programación, lo que ha garantizado un avance exitoso del proyecto y la madurez en la formación técnica y tecnológica de los participantes. La ejecución del proyecto tuvo como resultado el desarrollo de tres prototipos, los cuales pasaron por las etapas de: diseño, construcción y evaluación, trabajo que propicia el aumento de la habilidad del grupo en la

implementación y desarrollo de este tipo de tecnologías, que fortalecen los parámetros de diseño y operación del robot, tales como: Exactitud y precisión de los movimientos programados, estrategias de selección de actuadores y sus drivers, tipo de sensorica a emplear, sistemas de comunicación e interfaz gráfica de los PCs maestro - esclavo, de manera tal, que cada nuevo prototipo logra optimizar las funciones de desempeño de su predecesor, lo cual nos permite pensar en un futuro cercano en la posibilidad de realizar aportes significativos a la industria nacional, mediante la implementación de nuevos desarrollos industriales con tecnología propia y competitiva.

II. Descripción

A. Evolución (Prototipo 1 y 2)

El primer prototipo, se basa en la reforma de un vehículo tradicional de juguete operado por RF, convirtiéndose así en un vehículo autónomo, con la capacidad de evadir obstáculos en una área de trabajo o volumen espacial (Barrientos, 1999, pág. 263) previamente definido. Para lograr esto, se inicia con la modificación de la carcasa original para la inserción de una plataforma de trabajo de mayor espacio; implementando adecuaciones mecánicas de accionamiento de la dirección del vehículo y de componentes electrónicos como sensores de proximidad, circuitos de radiofrecuencia, dispositivo de control, driver de motor DC y paso a paso (Figura 1).



Figura 1.
Prototipo 1

En el desarrollo de la plataforma se reforma la dirección, pasando de un motor DC, a un motor paso a paso unipolar, logrando con esta modificación un giro de las llantas más suave y de mayor precisión, igualmente se incorporan circuitos de sensores infrarrojos, (figura 2), en los extremos del vehículo para facilitar la detección de obstáculos, además para mejorar la precisión en el desplazamiento se implementó un dispositivo de freno dinámico.

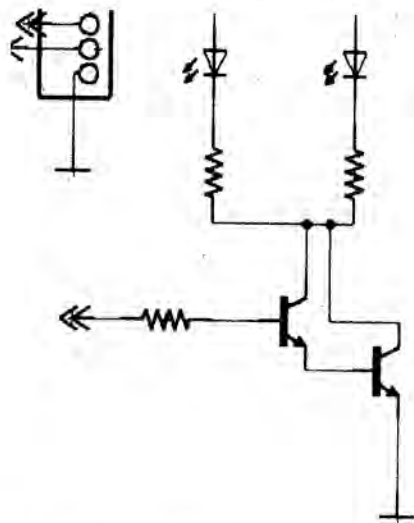


Figura 2. Esquemático sensor infrarrojo.

La unidad de control para este sistema se basó en el pic 16F873A, en el cual se cargó el algoritmo correspondiente a la funcionalidad que se requería del vehículo, según la información que le llega de los diferentes sensores infrarrojos toma la decisión de ir al frente en línea recta, girar a la derecha, girar a la izquierda, parar o retroceder. La plataforma posee un sistema de comunicación RF unidireccional que opera hasta 20 metros con línea de vista para el envío de órdenes del usuario a la plataforma.

El segundo prototipo, dio lugar, al pasar de un vehículo de juguete operado por RF a un vehículo tele dirigido por RF con interfaz gráfica de control desde un computador. Al igual que en el primero, se inicia con la implementación de una plataforma para ubicar las modificaciones mecánicas y electrónicas pero con la diferencia de que en este caso se trabaja mas en lograr optimizar el diseño de las tarjetas electrónicas y por tanto reducir el tamaño de las mismas, (figura 3), lográndose así la conservación de la carcasa original del vehículo.

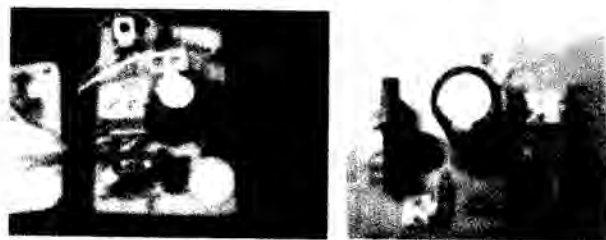


Figura 3. Modificación de puente H

Para el acondicionamiento del vehículo se realiza la modificación de la dirección del vehículo, que pasó de un motor DC a un servomotor, cambio motivado en el hecho de que durante la evaluación funcional de la primera versión se observó que el motor paso-paso perdía algunas secuencias por el esfuerzo para mover los engranes, sin embargo a pesar de los cambios evidentes de la tecnología implementada en el vehículo se logra respetar su apariencia (figura 4).



Figura 4. Prototipo 2

De igual forma se implementa una cámara inalámbrica fija con micrófono incorporado con un alcance de comunicación cercano a los 60 metros línea vista, alcance similar a los módulos de RF simplex (comunicación en una sola dirección) implementados en el vehículo. Con este tipo de sensor y la interfaz de control desarrollada para este sistema, el usuario ubicado en el PC, pasa de solo maniobrar el vehículo, a tener la posibilidad de ver y escuchar en tiempo real lo que sucedía alrededor del vehículo y así tomar las decisiones correspondientes para la mejor ruta de navegación del mismo, sin tener que estar el vehículo a la vista del operador, (figura 5).



Figura 5. Interface de control prototipo 2

El software desarrollado para la interfaz solo permite manipular los movimientos por medio del mouse y la integridad del vehículo recae en la pericia del usuario para conducirlo.

B. Desarrollo del proyecto Siwa (prototipo 3)

El último prototipo está conformado por tres elementos fundamentales que son:

Plataforma de cómputo

Compuesta por dos computadores conectados vía internet en configuración maestro/esclavo mediante un aplicativo GUI, interface gráfica de usuario (Figura 6) control desarrollado en Visual Basic, en el cual se visualiza información de los sensores.

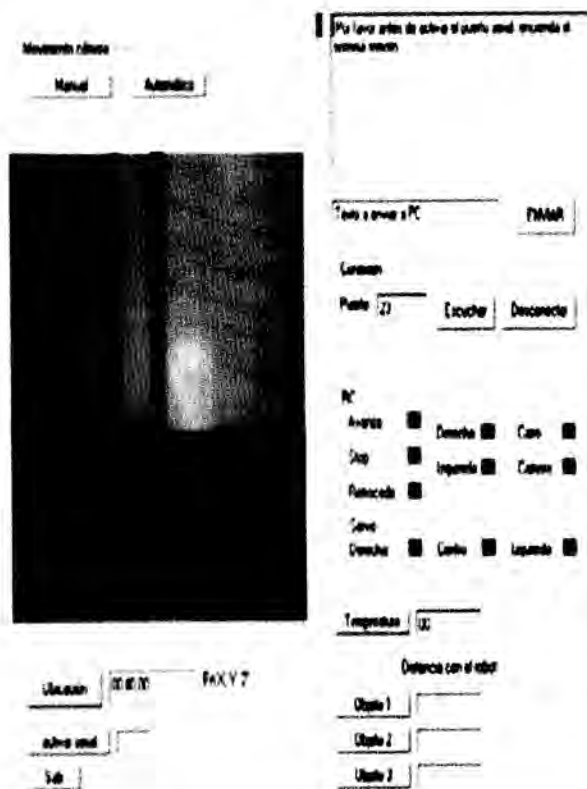


Figura 6. Interface gráfica de usuario, GUI.PC1

En este sistema el aplicativo GUI para ambas configuraciones maestro/esclavo en los computadores cuenta con un software más complejo, el cual permite controlar los movimientos del vehículo con el mouse, el teclado y/o con la conexión de dispositivos externos al PC ya sea un joystick o un gamepad. Gracias a la implementación de los diferentes sensores al sistema

la integridad del mismo pasa a estar en un porcentaje mucho menor sobre el usuario, ya que la unidad de control en el sistema, además de utilizar las señales de los sensores para enviar información al usuario sobre el entorno, también las utiliza en la navegación para hacer control autónomo y evadir obstáculos o abismos.

Módulo comunicaciones

Conformado por un driver RS232 que enlaza PC1 con un microcontrolador P16F628 mediante el cual se realiza el tratamiento de la información a ser enviada a la plataforma móvil, a través del transceiver XBee/XBee-PRO OEM RF que maneja el protocolo IEEE® 802.15.4. Este módulo dispone de un alcance cercano a los 200 metros línea vista, y debido a que su comunicación es full dúplex permite manejar los principios Teleoperación con un protocolo universal serial asíncrono.

Robot móvil

El desarrollo del sistema móvil está basado en la mecánica de los vehículos *rover* (tracción por medio de llantas, sacado del artículo «Concept Coring from a low mass rover», pag 1), Se encuentra dotado de seis llantas con tracción y dirección independiente presentando una configuración articulada (Ollero, 2001, pag. 36), esta característica más el movimiento de la cámara, le permiten al sistema disponer de trece articulaciones para su operación como se puede apreciar en la Figura 7.

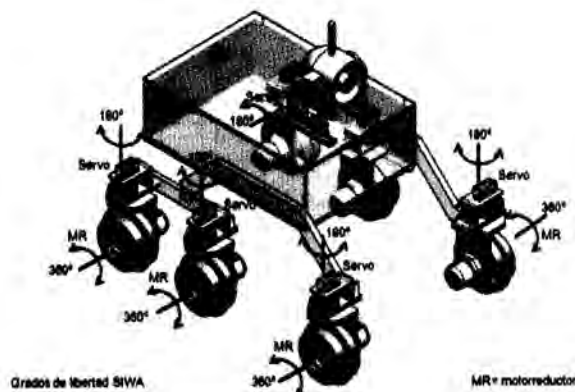


Fig. 7. Articulaciones del sistema móvil (prototipo 3).

Las llantas a su vez, van conectadas mediante una suspensión tipo mecedora, la cual garantiza un mayor contacto de las llantas del vehículo con la superficie, en especial en terrenos irregulares.

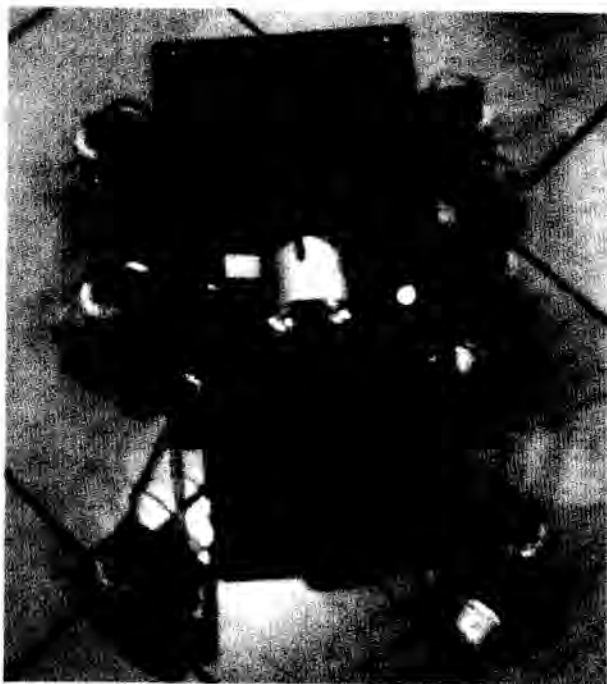


Figura 8. Vista superior de Siwa (prototipo 3).

La dirección independiente en cada llanta, permite que el robot móvil pueda girar en cualquier dirección y realizar rotación sobre su propio eje, simplemente seleccionando la secuencia correcta a ejecutar, dando lugar a la posibilidad de realiza movimientos precisos en espacios reducidos pues se utilizan en sus articulaciones motores eléctricos livianos (Carvajal, 2006, 205) implementando en la dirección, servo motores y para el desplazamiento, motorreductores (ver figura 9).

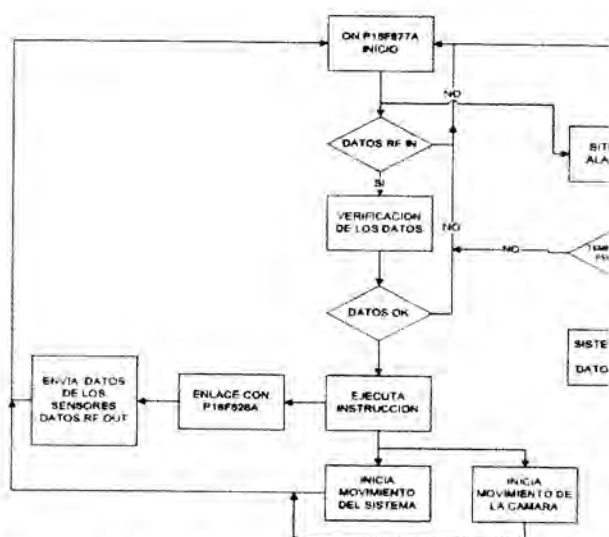


Figura 9. Algoritmo general del microcontrolador.

Adicionalmente cuenta con una cámara inalámbrica de visión nocturna, con micrófono incorporado que posee movimiento vertical de 0p a 90p, lo que posibilita identificar objetos a total oscuridad; la cámara tiene un alcance igual al del transceiver, lo que le permite al usuario visualizar y escuchar en tiempo real lo que sucede en el entorno del vehículo en PC1.

III. Análisis de resultados

A. Desarrollo y construcción

La construcción modular de las diferentes partes del sistema (electrónica, mecánica y programación), permiten una gran flexibilidad en el montaje, control, supervisión, desmontaje, reparación y adecuación de posibles avances o mejoramientos de las mismas, de una manera mucho más rápida y segura, de igual manera en caso de presentarse una falla, esta se puede manipular fácilmente con la seguridad de que el resto de los componentes no se vean afectados.

También se tiene la posibilidad de ser tele operado el robot desde PC2 a través de una consola virtual que permite direccionar al robot por el camino más pertinente para poder explorar a profundidad el territorio desconocido.

B. Alcance

El proyecto ha evolucionado a través de los tres prototipos de tal forma que ha permitido cada vez más mejorar los recursos tecnológicos de comunicaciones para desarrollar actividades de tele operación.

El sistema robótico posee una sensorica de estabilidad (acelerómetro), proximidad (infrarrojo y ultrasonido) que conjuntamente con los algoritmos implementados en la plataforma de cómputo, hacen el análisis y reconocimiento de las señales recibidas desde el sistema móvil, que serán complementadas con el desarrollo que actualmente se está realizando con ciertos tratamientos de filtrado a la imagen y sonido de la cámara para determinar el tamaño de obstáculos, profundidad y la irregularidad del terreno que permitirá llevar un registro comparativo dando lugar a la trazabilidad de los datos obtenidos.

La movilidad ofrecida por el sistema mecánico permitirá en un determinado proceso:

- Reducción de riesgos de usuario/operario.
- Reducción de horas de personal.
- Conocer entornos de difícil acceso.
- Mayor información sobre el comportamiento de un fenómeno natural.

IV. Conclusión

La evolución del proyecto a través de sus tres prototipos ha permitido mejorar el diseño, las técnicas y la tecnología que se ha desplegado para poder cumplir con las funciones de exploración que debe ejecutar un robot móvil.

En la actualidad se sigue trabajando en algunas características del último prototipo buscando robustecer sus funciones de tele-operación y telemetría teniendo en cuenta los criterios actuales de la robótica móvil en cuanto a autonomía energética y TICs.

Se puede afirmar que el prototipo construido presenta un diseño confiable, económico, de fácil construcción; esto lo hace adecuado para replicarlo en caso de sufrir daños severos o desaparecer en una posible misión de exploración

AGRADECIMIENTOS

Se expresa agradecimientos a José Alfredo Palacios, Rafael Mira, docentes de la Institución Universitaria Tecnológico Pascual Bravo e integrantes del Grupo de investigación GARPE. Al Semillero de Automatización y Robótica (SAURO), quienes fueron parte del equipo de trabajo en este proyecto, cuyo resultado fue presentado como ponencia en el año 2009 en el Congreso Internacional de Ingeniería Eléctrica y Electrónica y el Congreso Internacional de Ingeniería Mecatrónica.

REFERENCIAS

- OLLERO, Anibal. Robotica: Manipuladores y robots móviles, primera edición. México, Alfaomega, 1999, P447
- BARRIENTOS, Antonio; y otros. Fundamentos de robotica primera edicion. McGraw-Hill. 1999. P327.
- CARVAJAL, Jaime. Modelamiento y diseño de robots industriales primera edición CMYK Diseños e Impresos Ltda. 2006
- BACKES, Paul, *Concept Coring from a low mass rover, tomado de <http://trs-new.jpl.nasa.gov/dspace/bitstream/2014/38332/1/05-4027.pdf>*, el día 25 de julio