

Robot Autónomo de Inspección de Líneas de Trasmisión

Raúl Bander, Lalezka Duque, David Hernández y Catherine Lollett
Grupo de Inteligencia Artificial
Universidad Simón Bolívar - Venezuela

Email: {12-11285, 12-10613, 12-10761, 09-10451}@usb.ve

Abstract—Con el paso del tiempo, la robótica ha adquirido un lugar cada vez más importante en distintas actividades humanas. De este modo, se propone una solución a través de un robot completamente autónomo, para el problema de la inspección de líneas de transmisión expuesto en la competencia UNETBOTS 2015.

Se realizará una simulación, a menor escala, del recorrido sobre cables de transmisión de electricidad, detección y reporte de la ubicación de fallas en la línea. Se simularán problemas como la maleza enredada en las líneas que deberán ser removidas y los lugares de desgaste del conductor que el robot deberá detectar. Por otra parte, se deberán superar los aislantes ubicados en las torres. Tomando en cuenta el diseño de la cancha y las tareas que debe realizar el robot, se propuso un diseño que permita al robot adaptarse a las condiciones del ambiente.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día un problema que sufre la sociedad venezolana es realizar el constante mantenimiento de las líneas de transmisión. El problema se agudiza en las zonas que se encuentran menos pobladas. Factores como la maleza que pueda crecer en los propios cables o el constante crecimiento de árboles y vegetación alrededor pueden ser riesgosos para las líneas de transmisión.

En la competencia UNETBOTS 2015 se propone un modelo simplificado de un sistema de cables. Para proporcionar una solución a estos problemas, se construyó un robot autónomo que realiza la tarea de inspección requerida.

Durante el desarrollo del artículo se explican los diferentes aspectos tomados en consideración para la creación del robot como los componentes físicos, diseño y estrategias utilizadas a nivel de programación. Luego, se describen los diferentes problemas encontrados a lo largo del desarrollo del prototipo.

II. EL ROBOT

A continuación, se presenta una descripción de los componentes utilizados en el desarrollo del robot, las partes fundamentales del mismo y finalmente una descripción de los aspectos algorítmicos importantes de la solución planteada.

A. Componentes Mecánicos y Electrónicos

1) *La Tarjeta:* Se escogió la tarjeta Arduino para este caso. La razón principal de esta decisión fue su fácil configuración. Sumado a lo anterior, la tarjeta posee una amplia cantidad de puertos analógicos y digitales, de modo que permite un diseño cómodo con respecto al número de sensores.

2) *Sensores:* Los sensores utilizados para poder realizar la tarea fueron:

- Se colocó un sensor QTR-1RC que distingue la reflectancia para ubicar los puntos calientes al nivel de la guaya.
- Para el reconocimiento de la maleza peligrosa, se utilizó un sensor ultrasonido.

3) *Motores:*

- La plataforma de movimiento cuenta con dos servos; uno para cada rueda principal.
- El robot cuenta con una sierra que es asistida por un tercer motor de corriente continua.

B. Diseño del Robot

1) *Materiales:* Los componentes electrónicos descritos en la sección anterior se encuentran sujetos al robot principalmente con piezas de LEGO® tradicionales, adicionalmente se utilizó cintas de amarre plástico para sujetar mejor las piezas de LEGO® entre sí y fortalecer la estructura del mismo.

Hacer una estructura física compuesta principalmente de piezas de LEGO® permite hacer reconstrucciones en la estructura del robot de forma fácil, rápida y a muy bajo costo respecto al tiempo y dinero; ya que las piezas de LEGO® se unen y despegan con facilidad y son completamente

reutilizables.

Por otro lado, el robot debe realizar 4 tareas principales: recorrer las guayas, cortar la maleza enredada en las líneas de transmisión, detectar los puntos calientes y detectar la maleza peligrosa que pudiesen estar debajo de la guaya.

Para realizar estas tareas por separado se construyó un robot de manera modular con piezas de LEGO® para acoplar fácilmente las estructuras entre sí.

2) Diseño de la Plataforma de Tracción: La estructura en la cual todos los demás componentes se acoplan y es el encargado de transportar todo el peso del robot. Está compuesto por un par de servos que alimentan unas ruedas ubicadas en la parte delantera del robot. Adicionalmente consta de ruedas traseras que sirven como punto de apoyo para el resto del cuerpo del robot. Consta de unas paredes de 30 cm formando así un cuadrado 30 x 30 cm construido enteramente con piezas de LEGO® como se puede observar en la Figura 1.

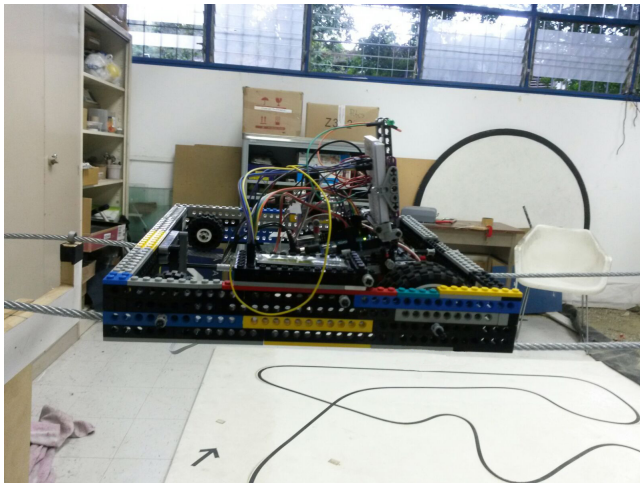


Fig. 1. Robot

En esta superficie se encuentran el protoboard, la tarjeta y el resto de los componentes necesarios para realizar las tareas.

La tarjeta se encuentra sujeta a este diseño en la parte superior para facilitar la conexión de los componentes electrónicos.

Con el fin de conocer la distancia desde el punto de partida, tarea exigida en esta categoría, se toma como referencia las rotaciones que da el motor.

3) Diseño de la Sierra: La sierra es la estructura encargada de cortar la maleza que se encuentra en las guayas que simulan los cables de electricidad. Es un motor DC que tiene indexado un disco de corte de esmeril que posee una lija de frente y desgasta el papel hasta removerlo de la línea. El motor se encuentra incorporado al robot con una caja de un solo ambiente hecha con piezas de LEGO®. El disco se encuentra a un lado de la guaya, cerca de la misma para poder desgastar el papel de seda. La sierra se encuentra acoplado al lado derecho de la plataforma de tracción.

La versión actual de este componente presenta ciertos problemas que serán expuestos en la sección 3 de problemas encontrados.



Fig. 2. Sierra del Robot

4) Diseño del Localizador de Puntos Calientes: Es la estructura encargada de reconocer los puntos calientes. Consiste en una pequeña caja construida con LEGO® donde se encuentra el sensor de reflectancia QTR-1RC, el cual detecta según un rango de números si lo que se encuentra observando es la guaya (color gris) o un punto caliente (color blanco).

El QTR-1RC se encuentra acoplado al frente del robot con la finalidad de, a parte de detectar los puntos calientes, distinguir los aislantes de forma que el robot pueda superar el obstáculo.

Para indicar la distancia desde la marca de salida se utilizará un display incorporado al robot.

5) Diseño del Localizador de la Maleza en el corredor de servidumbre: Es la estructura encargada de reconocer la maleza peligrosa bajo las líneas de transmisión. Consiste simplemente en un sensor de ultrasonido incorporado a la estructura móvil del robot.

Para mostrar la magnitud de la distancia correspondiente desde la marca de salida se utilizará el display incorporado al robot.

C. Aspectos Electrónicos

Entre los aspectos electrónicos destacan los siguientes:

- Para reducir la cantidad de pines usados por el display se utilizó el BUS I2C.
- Debido al uso de un motor cuya fuente de alimentación no se encuentra regulada por el Arduino, se usó un regulador de voltaje LM7812 para estabilizar la salida de corriente.
- Los condensadores necesarios para el uso de ese regulador fueron de $1\ \mu\text{F}$ y $0.33\ \mu\text{F}$.
- Al momento de detectar un punto caliente se enciende un LED rojo. Para indicar la maleza peligrosa se encenderá un LED verde. Un LED azul indicará si el robot se encuentra prendido o apagado. Cada LED lleva una resistencia de $220\ \Omega$.
- El robot se alimenta con 16 pilas AA.

D. Aspectos Algorítmicos

En el presente punto se desarrollarán los diversos aspectos algorítmicos del código implementado:

- Debido al uso del BUS se utilizó la librería WIRE.h para poder habilitar LiquidCrystal_I2C.h
- Para usar los servos, se utilizó la librería especial Servo.h.
- Una serie de condicionales fueron utilizados para aprovechar las ventajas de los sensores y resolver los problemas planteados.

III. PROBLEMAS ENCONTRADOS

A continuación se presentan los principales problemas encontrados a lo largo del desarrollo del robot, en conjunto con posibles soluciones.

A. Problemas Estructurales

Un gran problema en el diseño espacial del robot vino dado por las limitaciones de espacio (un cubo de $30\ \text{cm}^3$). Si bien una de las ventajas de utilizar LEGO® en la estructura del robot es que permite acoplar fácilmente las estructuras modulares. No obstante, debido a que estas piezas vienen con tamaños preestablecidos, dificulta alcanzar la precisión deseada. Esto podría resolverse con la ayuda de materiales que puedan modificarse a conveniencia.

Debido al peso del robot se hace difícil llegar hasta el punto más alto de la guaya.

B. Problemas con la Sierra

Uno de los problemas actuales de la sierra es su motor. Su peso y tamaño resulta inconveniente para el desarrollo del proyecto.

Se probó el uso de motores más pequeños pero la mayoría poseía no poseía suficiente torque para garantizar el avance continuo de la sierra. Los diferentes motores utilizados se muestran en la Figura 3



Fig. 3. Motores utilizados para la Sierra

Por otra parte la sierra tarda un tiempo considerable en desgastar el papel de seda lo que resulta un problema significativo.

C. Problema con el sensor de reflectancia QTR-IRC

El mayor problema que se encontró con el sensor de reflectancia QTR-IRC fue que al pasar los aislantes el robot levanta gran parte de su estructura incluyendo el sensor. Esto hace que las lecturas hechas varíen en gran medida.

IV. CONCLUSIÓN

El primer prototipo desarrollado probó ser una buena base para las siguientes etapas de desarrollo. Debido al diseño modular, los problemas que se enfrentan actualmente pueden ser atacados sin realizar fuertes cambios estructurales en el robot.

En la siguiente etapa, la prioridad será mejorar la subida del robot en la guaya ya que se le hace difícil llegar hasta el punto más alto de la línea de transmisión.

Por otra parte la sierra tarda de manera considerable en cortar el papel de seda lo que resulta un problema significativo.

Es posible que la limitación en el tamaño del robot sea una causa importante de las dificultades que se puedan presentar posteriormente.

Mediante el desarrollo del prototipo, se entendieron las ventajas y desventajas de variados tipos de construcción en LEGO®, procedimientos de calibración, técnicas de detección de errores. Este conocimiento será de utilidad en la segunda etapa de desarrollo del robot.

AGRADECIMIENTOS

Estamos profundamente agradecidos con todas las personas que muy amablemente donaron e hicieron posible con ello la participación en esta competencia y a la ayuda incondicional de Arturo Toro, María Victoria Jorge y María Gabriela Guzmán durante todo el proceso de construcción del robot. Para finalizar queremos agradecer los profesores Carolina Chang, Ivette Carolina Martínez y Guillermo Villegas por su guía y apoyo en todo momento.

REFERENCES

- [1] <http://www.unet.edu.ve/evento/unetbots/reglamentos/UNETBotsDesafio.pdf>
- [2] <https://www.pololu.com/product/958>
- [3] <http://www.unet.edu.ve/evento/unetbots/reglamentos/ReglamentoGeneral.pdf>
- [4] <https://www.arduino.cc/en/Reference/Servo>