

ROBOTS SEGUIDORES DE LÍNEA: GENERALIDADES

Dr. Celso Márquez-Sánchez
c.marquez@correo.ler.uam.mx
Dr. José Rafael García-Sánchez
Dr. Jacobo Sandoval-Gutiérrez
Margarito Filomeno Nicolás

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad
Lerma,

Resumen

En este trabajo se presentan las generalidades de los robots seguidores de línea. También, se presenta una breve historia de estos, así como sus características generales. Así mismo, algunas de sus aplicaciones son presentadas. Todo esto con la finalidad de tener una visión más amplia de este tipo de robots.

I. Introducción

Los robots seguidores de línea son unos de los robots más ampliamente conocidos. Esto en gran medida gracias a las competencias que se llevaban a cabo tanto en las escuelas como a nivel internacional. Sin embargo, este tipo de robots tienen otras áreas de aplicación diferentes a la educativa. Una de estas áreas de aplicación es la industria, donde son ampliamente utilizados. También, son utilizados en la investigación y en el entretenimiento. Es por esto, entre otras cosas, que este tipo de robots son un tema interesante para el público en general.

Este tipo de robots se pueden describir como un móvil capaz de desplazarse en un área de trabajo sobre la cual se encuentra una línea de un color diferente al piso. Para detectar esta línea el robot se ayuda de sensores. Dependiendo de la tarea a realizar y la complejidad del recorrido se utilizaran más o menos sensores para lograr el recorrido. La línea que se encuentra marcada en el piso es el camino que debe de seguir el robot. Una ilustración de un robot seguidor de línea se muestra en la Fig. 1.

II. Reseña histórica

Uno de los robots seguidores de línea más importantes fue el carro de Stanford, el cual fue creado en 1960 para investigación en misiones lunares remotas. Sin embargo, entre el periodo de 1966-1970 se adaptó para que pudiera seguir una línea blanca sobre el piso [1]. Un video de este robot en funcionamiento se puede consultar en [2]. En 1962 la revista Popular Electronics presenta en su número de marzo al robot Emily. Este robot era capaz de seguir una línea blanca. En este artículo se describen las partes y funcionamiento de este robot a detalle, así como una lista de las partes que lo componen. Con esto, se podía recrear este robot. En la revista Wireless World se presenta otro robot seguidor de línea. Este robot sirve para explorar un cuarto, lo cual hace sin la ayuda de la línea en el piso. Sin embargo, para cargar su batería hace uso de la línea, la cual le indica el camino para poder conectarse a la energía eléctrica. Por otro lado, en 1975 la revista Everyday Electronics en su número de junio presenta un robot seguidor de línea. Por su parte, la revista Maplin Magazine, en su número de marzo de 1985 publica el robot Zero 2. Este robot era capaz de dibujar logotipos, además tenía LEDs para encender y apagar, una bocina de dos tonos y era un seguidor de línea. En 1986, se realiza la primera competencia Robotrace [3] en Japón, en un torneo llamado "All Japan Micromouse Contest". Este torneo fue organizado por la New Technology Foundation [4]. Esta competencia se sigue realizando hasta el día de hoy y consiste en robots seguidores de línea velocistas. La competencia

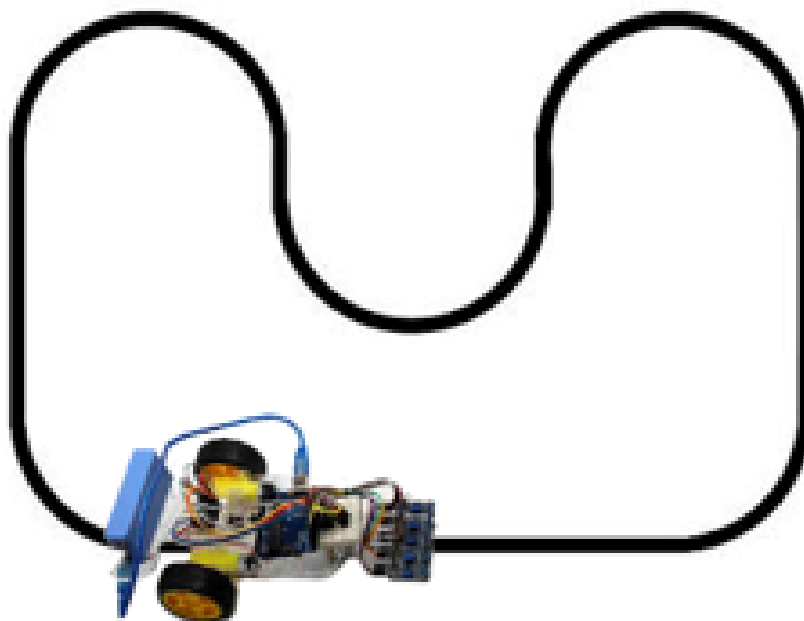


Figura 1: Robot seguidor de línea.

de Robotrace se popularizó tanto que provocó competencias derivadas de esta, dando lugar a la competencia de Line Follower o seguidor de línea [5]. La cual es una simplificación de la categoría Robotrace y es la que la mayoría de la gente conoce actualmente.

III. Características generales de los robots seguidores de línea

Los robots seguidores de línea son robots sencillos. Estos robots tienen, por lo general, que cumplir una sola tarea, la cual es seguir una línea marcada en el piso. Normalmente, esta línea es de color negro con un fondo blanco. Para lograr esta tarea los robots seguidores de línea utilizan sensores, los cuales interactúan con la unidad de procesamiento. A continuación, se describen de forma general las diferentes partes que componen un robot seguidor de línea básico como el que se muestra en la Fig. 2.

- **Estructura mecánica:** Sobre este elemento se colocan los motores, los sensores, las baterías y la electrónica necesaria para que funcione el robot.
- **Sensores:** Un robot seguidor de línea detecta la línea con ayuda de sensores. Existen diferentes tipos de sensores que pueden ayudar a realizar esta tarea. Los sensores más usados son los sensores infrarrojos (IR). Esto es debido a su bajo costo y fácil implementación.
- **Motores:** Los movimientos del robot se logran con ayuda de los motores. Existen diferentes tipos de motores para este fin, por ejemplo: motores de corriente continua (CD), motores paso a paso y servomotores. Dentro de estos tipos de motores, los más usados para estos robots son los motores de CD. Esto, principalmente es debido a que son más fáciles de manipular en comparación con los otros tipos.
- **Ruedas:** Las ruedas se encuentran unidas a los motores. Dentro de las ruedas existen las ruedas con tracción y las ruedas de soporte. Las ruedas de tracción son aquellas que transmiten movimiento al robot con ayuda de los motores. Mientras que, las ruedas de soporte no transmiten ningún movimiento y solo sirven como soporte y para brindar estabilidad al robot.
- **Fuente de energía:** La fuente de energía suministra la energía a los diferentes elementos electrónicos del robot para que este funcione. El tiempo de funcionamiento del robot dependerá del tipo y capacidad de baterías que se utilicen.
- **Electrónica:** La electrónica son todos los componentes electrónicos que permiten el funcionamiento del robot. Algunos de estos componentes son (puede variar dependiendo del tipo de robot): resistencias, capacitores, reguladores de voltaje, circuito puente H, etc.

- Unidad de procesamiento:** Esta es la parte más importante del robot, podríamos considerarla como su cerebro. La unidad de procesamiento está a cargo de procesar la información proveniente de los sensores, con base en esta información toma decisiones para dirigir los movimientos del robot. Para tener control sobre los movimientos del robot, la unidad de procesamiento envía información a los motores para indicarles si deben girar en un sentido o en otro.

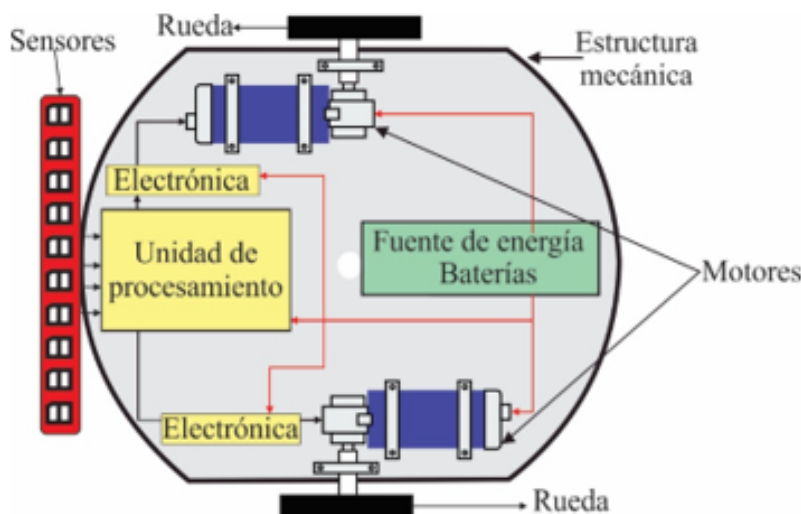


Figura 2: Estructura de un robot seguidor de línea básico.

La construcción de este tipo de robots es relativamente sencilla y puede ser económica. En internet se pueden encontrar diferentes sitios que brindan toda la información necesaria para construir este tipo de robots, ver [6]-[9].

IV. Aplicaciones

Sin duda alguna este tipo de robots es ampliamente conocido por las competencias que se realizan, además de ser uno de los robots más sencillos de construir. Dentro de las competencias, como ya se abordó anteriormente, existe la competencia de los robots velocistas y la competencia del seguidor de línea. En México existen diferentes torneos de robótica, en los que en algunos de ellos se incluyen a los robots seguidores de línea. Algunos de los torneos de nivel nacional en México son: Torneo mexicano de robótica [10], UNAM pumatron junior [11], MECAMEX competencia de robótica [12], Asociación mexicana de software embebido [13], por mencionar algunos. A nivel Latinoamérica se encuentra el Latin American Robotics Council [14] y a nivel internacional existen los torneos de: Guerra de robots [15], Robotrace [16], RobotChallenge [17], entre otros.

Por otro lado, podemos encontrar este tipo de robots en la investigación. En este caso, los robots son empleados para diferentes aplicaciones como: procesamiento de imágenes [18]-[22], transporte [23], juego interactivo [24], buscador de libros en una biblioteca [25], estos son solo algunos ejemplos.

Otra área en donde se pueden encontrar este tipo de robots es en la industria. El caso más exitoso de estos robots es en la empresa Amazon, quien utiliza una variante de los robots seguidores de línea para llevar el control de sus almacenes [26]. En el canal oficial de YouTube de IEEE Spectrum se puede ver un video, [27], de estos robots en funcionamiento. Otro robot en la industria es el Weasel, fabricado por SSI SCHÄFER [28]. El cual está diseñado para tareas de transporte interno en almacenes. Un video del funcionamiento de este robot se puede ver en [29]. Otra empresa dedicada a este tipo de robots es CEIT. La cuál maneja un robot que tiene remolques para transportar el material a diferencia de los otros robots que llevan encima la carga. Este robot puede remolcar hasta 3000 Kg a una velocidad de 1 m/s en la versión CEIT Truck 3000a [30]. Un video ilustrativo de los diferentes modelos que maneja CEIT se puede consultar en [31].

Estos son algunos ejemplos de aplicación del robot seguidor de línea. Con los cuales podemos observar que son de alta importancia dentro del quehacer humano.

V. Conclusiones

En este trabajo se ha presentado una visión general de los robots seguidores de línea. Además, se ha mostrado una breve reseña histórica sobre estos robots. De igual forma, una descripción de los componentes básicos con los que funciona el robot, así como una descripción de estos se ha presentado. Para mostrar la importancia de este tipo de robots se han mostrado diferentes aplicaciones de estos en diferentes áreas del quehacer humano.

Referencias

1. *Robot Stanford*. Consultado en febrero de 2019. <https://web.stanford.edu/~learnest/les/cart.html>
2. *Video del robot Stanford* Consultado en febrero de 2019. Disponible en: https://archive.org/details/sailfilm_cart
3. *Robotrace* Consultado en febrero de 2019. Disponible en: <http://www.ntf.or.jp/mouse/micromouse2018/index.EN.html>
4. *NTF* Consultado en febrero de 2019. Disponible en: <http://www.ntf.or.jp/>
5. *Lamborghini*. Consultado en febrero de 2019. Disponible en: <https://lamborghini.com/>
6. *RUMI* Consultado en febrero de 2019. Disponible en: <https://www.instructables.com/id/RUMI-the-LineFollowingRobot/>
7. *PCB-BOT*. Consultado en febrero de 2019. Disponible en: <https://www.instructables.com/id/PCB-BOT-Line-Follower-Obstacle-Avoiding-Remote-Con>
8. *Hackster*. Consultado en febrero de 2019. Disponible en: <https://www.hackster.io/nikodembartnik/industrial-line-follower-for-supplying-materials-9a35f5>
9. *X-robotics*. Consultado en febrero de 2019. Disponible en: http://www.x-robotics.com/robots_simple.htm
10. *Torneo Mexicano de Robótica* Consultado en febrero de 2019. Disponible en: <https://www.femexrobotica.org/tmr2018/>
11. *Pumatron*. Consultado en febrero de 2019. Disponible en: <https://biorobotics.fi-p.unam.mx/2019/01/28/segundo-pumatron/>

12. MECAMEX Consultado en febrero de 2019. Disponible en: <http://www.mecamex.net/congreso/>
13. AMESE. Consultado en febrero de 2019. Disponible en: <http://amese.net/ices18/>
14. LARC Consultado en febrero de 2019. Disponible en: <http://ewh.ieee.org/reg/9/robotica/>
15. Guerra de robots. Consultado en febrero de 2019. Disponible en: <https://guerraderobots.mx/>
16. Robotrace http://www.ntf.or.jp/mouse/micromouse2018/kitei_trace-EN.html Consultado en febrero de 2019. Disponible en:
17. Robotchallenge. Consultado en febrero de 2019. Disponible en: <http://www.robotchallenge.org.cn/>
18. WER. Consultado en febrero de 2019. Disponible en: <http://en.wercontest.org/>
19. A. J. Thomson (**October, 2001.**) "*A path following system for autonomous robots with minimal computing power,*" Thesis of Master of Science in Computer Science, University of Aucland, New Zealand
20. J S. Yao, B. Li, Y. Yuan and J. Fei, (**March, 2009.**) "*Design of the Optimal Path Algorithm for Line Track Robots,*" First International Workshop on Education Technology and Computer Science, vol. 3, pp. 660-664, China
21. J L. Zhang, X. Zhuan and X. Gao, (**August, 2010.**) "*Design and Implementation of a Vision Based Four-Wheeled Line Track Robot,*" WASE International Conference on Information Engineering, vol. 3, pp. 3-6, China
22. A. H. Ismail, H. R. Ramli, M. H. Ahmad and M. H. Marhaban (**October, 2009**) "*Design of the Optimal Path Algorithm for Line Track Robots,*" IEEE Symposium on Industrial Electronics and Applications, pp. 642-645, Malay
23. I. Colak and D. Yildirim (November, 2009.) "*Evolving a Line Following Robot to Use in Shopping Centers for Entertainment,*" 35th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics, pp. 3803-3807, Portugal
24. J. Thirumurugan, G. Kartheeswaran, M. Vinoth and M. Vishwanathan (**December, 2010.**) "*Line Following Robot for Library Inventory Management System*" International Conference on Emerging Trends in Robotics and Communication Technologies, pp. 1-3, Indian

25. M. Makrodimitris, A. Nikolakakis and E. Papadopoulos (July, 2011.) "Semi-autonomous Color Line-Following Educational Robots: Design and Implementation," IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, pp. 1052-1057, Hungary
26. Amazon. Consultado en febrero de 2019. Disponible en: <https://www.amazonrobotics.com/#/>
27. IEEE Spectrum. Consultado en febrero de 2019. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=IWsMdN7HMuA>
28. SSI SCHÄFER. Consultado en febrero de 2019. Disponible en: <https://www.ssi-schaefer.com/>
29. SSI SCHÄFER Video. Consultado en febrero de 2019. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=yy3HmWHA1uw>
30. CEIT. Consultado en febrero de 2019. Disponible en: <http://ceitgroup.eu/index.php/en/mobile-robotic-system>
31. CEIT Video. CEIT Video. Consultado en febrero de 2019. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=-Ld-Crjg7tk>