

OBSTACLE DETECTION SYSTEM BASED ON LIDAR LITE Y PSOC 5LP
SISTEMA DE DETECCIÓN DE OBSTÁCULOS BASADO EN LIDAR LITE Y PSOC 5LP

MSc. Álvaro Fernández Acevedo*

*** UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA**

Escuela de Ingeniería Electrónica. Extensión Tunja. Grupo de Investigación en Ingeniería Electrónica I2E. Calle 4 Sur
No.15 -134, Sogamoso Boyacá Colombia
Email: alvaro.fernandez@uptc.edu.co

Abstract: Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) are commonly used in conventional, hybrid or electric vehicle, its uses a central processing unit, which acquire a process proximity, displacement, rotation and inertial sensor signals. In this paper focuses in obstacle detection system development, it is ADAS main component. LIDAR lite v2 and servomotor are integrated with a central process unit, measuring distance at least 50 meters together servomotor angle, this information is used for horizontal plane mapping generation vehicle front. Central process unit reads data and send it to graphic device and/or control unit to draw and decide actions. The sweep angles are limited to 30 grades, 15 left and 15 right keeping optimum speed detection. PSoC5LP is a central process unit, its read, pack and send measured data to control unit or graphic interface. The information is sent in polar format (distances and angle), the control unit or graphics interface convert to cartesian form (x coordinate and y coordinate). It use a processing developed application to visualize in real time.

Keywords: Autonomous driving, Servomotor, Embedded system, LIDAR.

Resumen: La integración de tecnologías avanzadas de apoyo a la conducción (ADAS) son cada vez más comunes tanto en vehículos convencionales como en híbridos o eléctricos, su funcionamiento se basa en un sistema central que adquiere y procesa señales provenientes de sensores de proximidad, desplazamiento, rotación e inerciales, entre otros. En el presente artículo se aborda el desarrollo de un subsistema de detección de obstáculos componente fundamental de las ADAS, el LIDAR lite v2 es integrado a un servomotor permitiendo la detección de objetos a una distancia hasta de 50 metros, así como el ángulo en el cual se encuentra el servomotor, datos que permiten generar un mapeo en un plano horizontal delante del vehículo. Los datos obtenidos pueden ser interpretados por la unidad de procesamiento y enviados a un dispositivo capaz de realizar un gráfico xy donde se visualiza la distancia de los objetos, los ángulos utilizados para el barrido varían a 15 Grados a la izquierda y 15 hacia la derecha, esto con el fin de mantener una velocidad óptima de detección. La unidad central de procesamiento se basa en un sistema de desarrollo PSoC 5LP el cual lee y empaqueta los datos para ser enviadas a la unidad de control (PC) y/o una interfaz gráfica. Los datos se envían en formato polar (distancia y ángulo) el dispositivo que visualiza y/o procesa la información convierte dicha información en coordenadas xy de un plano cartesiano, para la visualización se desarrolla un firmware sobre el software processing.

Palabras clave: Lidar, Conducción Autónoma, detección de obstáculos, sistema embebido

1. INTRODUCCIÓN

La unidad de conducción autónoma basa su funcionamiento en los sistemas de asistencia avanzada a conducción (Advanced Driver Assistance ADAS) con el pasar del tiempo estos sistemas han ido evolucionando tanto en velocidad como en capacidad de procesamiento, donde inicialmente solo eran utilizados para detectar objetos alrededor del vehículo y eventualmente condiciones de clima adversas indicando al conductor las acciones a realizar; en la actualidad poseen la funcionalidad de interactuar con la totalidad de los sistemas del vehículo (Smirnov, A 2015). Uno de los subsistemas más críticos de esta tecnología es el encargado de detectar la proximidad de un objeto alrededor del vehículo, principalmente lo que exista al frente del mismo. Para tal fin existen al menos tres tipos de tecnologías como son: la visión artificial mediante una cámara, detección mediante ultrasonido y sistemas basados en LIDAR. La visión artificial requiere de una cámara con buenas prestaciones, un sistema de procesamiento complejo y en ocasiones la medición de distancias no son del todo fiables (L. Huang 2009). Los sistemas basados en ultrasonido son económicos y de fácil implementación sin embargo la estabilidad de sus medidas y la precisión son bajas. Los sensores de laser pulsante (LIDAR) brindan una gran velocidad de detección y bajos errores y es posible conseguir algunos de bajo costo (A. N. Catapang 2016). El LIDAR 2D de bajo costo solo pueden detectar obstáculos en un plano detectando la distancia y el ángulo haciendo un barrido en los 360 grados (H, Deilamsalehy 2017). El sensor utilizado para el desarrollo del prototipo es un LIDAR lite V2 que brinda la posibilidad de obtener medidas de hasta 60 metros según la hoja de especificaciones

La utilización de los sensores LIDAR ha sido ampliamente estudiada en aplicaciones como la detección predictiva de obstáculos para robots móviles mediante el procesamiento de datos en un microcontrolador de alta velocidad (M. Takahashi 2014), así mismo ha sido utilizado en la detección y evasión de obstáculos para un vehículo autónomo, el cual integra este sensor con una unidad de procesamiento raspberry pi con un algoritmo especializado (N. Baras 2019).

Para el desarrollo del prototipo se plantean varios objetivos:

- Identificar los datos más críticos del LIDAR como son alcance, protocolo de comunicación, velocidad de medición, peso, anclajes mecánicos y niveles de alimentación entre otros.
- Construcción de la plataforma mecánica, se requiere integrar un servomotor al sensor, con el fin de generar un barrido horizontal de medidas que vayan desde -15 grados hasta los 15 grados, teniendo en cuenta que el sensor solo puede detectar un único punto.
- Desarrollar el firmware, este debe estar en la capacidad de leer los datos obtenidos por el LIDAR y generar un mapeo del plano que se encuentra al frente, brindando la capacidad de generar alguna acción así como de graficar los datos mediante una aplicación en un computador o en un dispositivo móvil.

Este trabajo presenta el desarrollo de un prototipo de sistema de detección de obstáculo para un vehículo mediante la utilización de un sensor LIDAR y un dispositivo de procesamiento PSoC 5LP.

2. METODOLOGÍA

2.1 Implementación de Hardware

El sensor LIDAR lite posee la capacidad de detectar objetos a partir de la proyección y detección de un haz de luz, estos pueden estar en movimiento o estáticos en una posición, al igual que el sensor (Cantos Sanchez, Jaime Manuel. 2016) la superficie del objeto detectado influye ampliamente en la precisión y veracidad de la medición realizada, en la figura 1 se muestra una imagen del sensor Lidar lite v3



Fig. 1. Sensor Lidar lite v3

Este sensor posee un buen alcance y gracias a su pre-procesamiento (solo accesible mediante conexión I2C) permite generar una medición

aceptable para la detección de obstáculos en un vehículo autónomo (A. N. Catapang 2016).

El RPLIDAR se puede asemejar a un LIDAR lite que gira los 360 grados a una velocidad que determina la frecuencia de refrescamiento del plano generado a su alrededor, puede ser utilizado como un sensor de frecuencia de 20 db un aproximado de 12 cm con homogeneización que permite el rebote de frecuencias para el enfoque de objetos.(Chih-Hao Cheng-2018).en otro caso ajustando su punto de referencia e implementado sobre un vehículo puede ser utilizado para el análisis de la integridad de la superficie de una vía (Nathalie Joy Sugang, Manuel Ramos Jr., Nicolette Ann Arriola- Marzo 2017).

El procesamiento de la señal está dado por el sistema embebido PSoC 5LP, el cual brinda un procesamiento por hardware y software combinado, este posee un procesador ARM cortex M3 de 32 bits y una velocidad hasta de 1.25 MHz. Posee una arquitectura programable basada en PLD, lo que le permite realizar ciertas tareas en tiempo real, supliendo así las necesidades de velocidad, vitales en un sistema tan crítico como es la detección de obstáculos (H. Almahzumy, F. Ardilla and B. S. Marta, 2017).

Finalmente para completar la implementación se utiliza un servomotor MG995 el cual soporta el sensor mediante un acople mecánico a su eje, este sistema electromecánico permitirá al sensor hacer un barrido de puntos a lo largo de un determinado intervalo de ángulos, en este caso 15 grados hacia cada lado, este tipo de mecanismo ha sido explorado en otras investigaciones como: Computing, E., Zhang, Y., Nigussie, E., & Thanigaivelan, N. (2018). Localization and 2D Mapping Using Low-Cost Lidar. En la figura 2 se muestra el ensamble de sensor y el servomotor

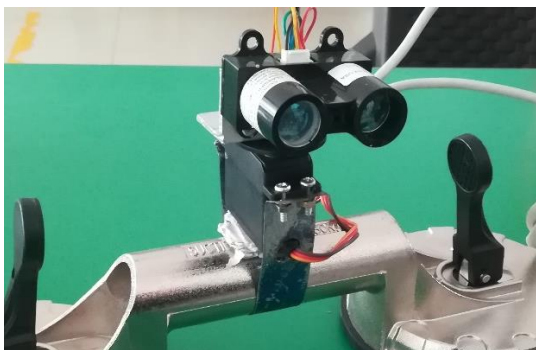


Fig. 2. Ensamble Lidar lite y MG995

2.2 Implementación de software

Para la implementación del firmware se utiliza el software PSoC creator el cual brinda las herramientas de desarrollo y depuración necesarias, permitiendo integrar la lectura punto a punto de las distancias provenientes del sensor Lidar lite v3 sincronizándolas con el servo motor MG995 y realizando el cálculo de los puntos para ser graficados en un plano cartesiano, estos datos son enviados vía puerto serie hacia un computador o a un sistema de procesamiento de mayor nivel. En la figura 3 se muestra el diagrama de flujo que describe el flujo del firmware durante la ejecución de las mediciones.

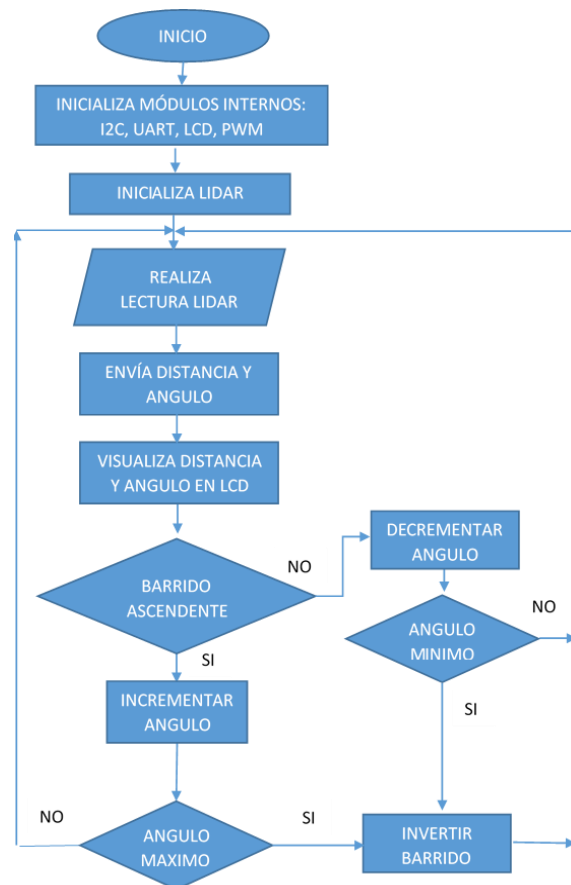


Fig. 3. Diagrama de flujo del código

Para la visualización de los puntos se desarrolla una aplicación para PC en el software procesing la cual lee los datos recibidos por puerto serie y los grafica en un plano cartesiano que simboliza el plano presente delante del sensor

3 RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Desarrollo de hardware PSoC 5LP

Para la implementación del sistema de detección de obstáculos se desarrolló una tarjeta electrónica que permita alimentar el circuito y los accesorios conectados al mismo así como una serie de puertos robustos que permitan la conexión de dispositivos como al menos dos lidar lite adicionales, un puerto serie junto con una serie de puertos de propósito general para indicadores luminosos y posibles pulsados, en la figura 4 se presenta una imagen de la tarjeta electrónica desarrollada



Fig. 4. Tarjeta electrónica

3.2 Desarrollo de software

El software está dividido en dos partes, la primera esta ubicada en el microcontrolador la cual corresponde a la configuración y lectura del sensor lidar lite, así como el envío de la información a través de un puerto serie hacia un equipo de cómputo o un dispositivo con mayor capacidad de procesamiento y con capacidad de decisión sobre la trayectoria del vehículo. El desarrollo del firmware se basa en el diagrama de flujo presentado en la figura 3, es de anotar que se desarrollaron bloques de software específicos para el manejo del servomotor y del lidar lite, en el primer caso se utiliza una señal pwm generada por uno de los módulos de hardware del microcontrolador el cual fue sometido a diversas pruebas obteniendo en algunas ocasiones compartamiento inestable, razón por la cual fue necesario evaluar los rangos de frecuencia que lograban un comportamiento estable del servomotor. En el caso del bloque de software encarga de comunicarse con el lidar lite v3 fue necesario desarrollar una función que pudiera interpretar los mensajes y comandos presentes en el bus I2C, teniendo presente tiempos y funcionalidades del bloque I2C presente en el microcontrolador.

Por otra parte para el envío de los datos se desarrollo dos opciones, la primera utiliza coordenadas polares para la detección, la segunda

hace uso de la librería matemática disponible en el compilador obteniendo las coordenadas rectangulares a partir del uso de funciones trigonométricas. Estas funcionalidades se desarrollan pensando en la flexibilidad del prototipo ya sea que se utilice solo para graficar un plano de lo que hay al frente o para realizar acciones de control sobre el móvil o incluso ambas posibilidades.

Un segundo desarrollo es hecho en procesing el cual permite la visualización en un equipo de cómputo mediante un gráfico a manera de plano cartesiano, el cual realiza la visualización en tiempo real de los datos enviados por el PSoC 5lp. Esta aplicación fue desarrollada rápidamente gracias a la flexibilidad que presenta este entorno de desarrollo.

3.3 Pruebas y resultados

El prototipo fue anclado mecánicamente en un vehículo y sometido a algunas pruebas en la vía de la siguiente manera:

- Prueba 1: se realiza durante el día a una velocidad máxima de 30 km/h donde se pudo observar un excelente funcionamiento en condiciones de baja polución pudiendo detectar objetos en distancias menores a 10 metros esto debido a que el tiempo de barrido de los ángulos retrasa la medición haciendo perder mediciones de objetos que se acercan a una mayor velocidad
- Prueba 2: se realiza durante la noche con presencia de luces de otros vehículos y del alumbrado público, obteniendo unos pobres resultados debido a que se genera interferencia y ruido cuando las luces son dirigidas hacia el sensor, sin embargo mientras esto no suceda las mediciones son correctas.

En la figura 5 se muestra la ubicación y anclaje realizado en el vehículo



Fig 5. Instalación del sensor en el vehículo

4. CONCLUSIONES

- El sensor lidar lite v3 en conjunto con el servomotor MG995 permiten construir un detector de obstáculos el cual es limitado únicamente por la velocidad de rotación del servomotor, estableciendo un límite para el periodo de muestreo que impide que el sistema pueda ser utilizado en aplicaciones donde se requiera una rápida detección de obstáculos, algo que se evidencio cuando se quiso hacer detección a velocidades del móvil superiores a 30 km/h.
- La luz se convierte en un enemigo para el sistema en especial en condiciones de baja luminosidad donde podría decirse que se produce un deslumbramiento creando mediciones erróneas.
- La inversión de giro del servomotor cuando finaliza el barrido genera inconvenientes en su funcionamiento debido a que la inercia generada por el peso del sensor y los mecanismos.

5. REFERENCIAS

- Smirnov, A., & Lashkov, I. (2015, April). State-of-the-art analysis of available advanced driver assistance systems. In Proc. 17th Conference of the Open Innovations Association FRUCT. Yaroslavl', Russia (pp. 345-349)
- L. Huang and M. Barth, June 2009. "Tightly-coupled lidar and computer vision integration for vehicle detection," In Intelligent Vehicles Symposium, 2009 IEEE, pages 604- 609,
- A. N. Catapang and M. Ramos, "Obstacle detection using a 2D LIDAR system for an Autonomous Vehicle," 2016 6th IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering (ICCSCE), Batu Ferringhi, 2016, pp. 441-445.
- M. Takahashi, K. Kobayashi, K. Watanabe and T. Kinoshita, "Development of prediction based emergency obstacle avoidance module by using LIDAR for mobile robot," 2014 Joint 7th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems (SCIS) and 15th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (ISIS), Kitakyushu, 2014, pp. 561-564.
- Deilamsalehy H, T.C. (2017), Havens, Sensor fused three-dimensional localization using IMU, camera and LiDAR, Proceedings of IEEE Sensors, art. No. 7808523.
- F. García, A. de la Escalera and J. M. Armingol, 2013, "Enhanced obstacle detection based on Data Fusion for ADAS applications," 16th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2013), The Hague, , pp. 1370-1375
- H. Almahzomy, F. Ardilla and B. S. Marta, 2017, "Board PSoC library design and evaluation for mobile robot implementation," 2017 International Electronics Symposium on Engineering Technology and Applications (IES-ETA), Surabaya, pp. 257-262, doi: 10.1109/ELECSYM.2017.8240413
- Computing, E., Zhang, Y., Nigussie, E., & Thanigaivelan, N. (2018). Localization and 2D Mapping Using Low-Cost Lidar.