

TECNOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE GEO-LOCALIZACIÓN BOVINA

TECHNOLOGIES FOR THE DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE OF BOVINE GEO-LOCATION

Gutierrez-Sánchez Juan Pablo

Grupo de Investigación SISCOM, ESPAM MFL. Calceta, Ecuador.
juan.gutierrez@espam.edu.ec

Párraga-Ríos María Dolores

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, ESPAM MFL. Calceta, Ecuador.
maria.parraga@espam.edu.ec

López-Zambrano Javier Hernán

Grupo de Investigación SISCOM, ESPAM MFL. Calceta, Ecuador.
jlopez@espam.edu.ec

Moreira-Moreira Fernando Rodrigo

Grupo de Investigación SISCOM, ESPAM MFL. Calceta, Ecuador.
fmoreira@espam.edu.ec

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue definir una serie de alternativas de tecnologías de comunicación, geoposicionamiento y placas de desarrollo que permitan construir un prototipo de geolocalización orientado al ganado bovino, con la finalidad de contribuir en la prevención del abigeato y ayudar a los ganaderos a encontrar rápidamente el ganado en los pastizales. Para el desarrollo de la investigación se empleó el método bibliográfico, donde se realizó una indagación exhaustiva de estudios realizados sobre el tema de los últimos cinco años, posteriormente se realizó una comparativa de las tecnologías utilizadas para analizar cuál es la que más se ajusta a la problemática planteada. Los resultados de esta investigación demostraron que la tecnología de comunicación más óptima para desarrollar prototipos de este tipo es LoRa, caracterizada por ser una red de baja potencia, largo alcance y que además permite configurar a los clientes su propia red; de las tecnologías de

posicionamiento la mejor opción es el sistema GPS por su nivel de precisión a la hora de determinar la ubicación de un elemento; finalmente, de las placas de desarrollo consultadas la que mayor ventaja presenta es la de Raspberry PI, sin embargo su valor adquisitivo es cuantioso por lo que se decidió seleccionar la placa ESP8266, puesto que lo que se busca es desarrollar un prototipo de bajo costo que sea accesible para los ganaderos.

Palabras claves: Ganado bovino, abigeato, monitoreo, localización.

ABSTRACT

The objective of this research was to define a series of alternatives for communication technologies, geopositioning and development boards that allow the construction of a geolocation prototype aimed at cattle, in order to contribute to the prevention of cattle rustling and help farmers to find quickly cattle in the grasslands. For the development of the research, the bibliographic method was used, where an exhaustive investigation of studies carried out on the subject of the last five years was carried out, later a comparison of the technologies used was made to analyze which is the one that best adjusts to the troubled silver. The results of this research showed that the most optimal communication technology to develop prototypes of this type is LoRa, characterized by being a low-power, long-range network and which also allows customers to configure their own network; Of the positioning technologies, the best option is the GPS system due to its level of precision when determining the location of an element; Finally, of the development boards consulted, the one with the greatest advantage is the raspberry pi, however its purchasing power is considerable, so it was decided to select the ESP8266 board, since what is sought is to develop a low-cost prototype that be accessible to farmers.

Keywords: Cattle, monitoring, location.

1. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías para la geo-localización de animales han ido evolucionado considerablemente en los últimos años, tanto así que hoy en día, las soluciones basadas en Sistemas de Posicionamiento Global ya son comercialmente disponibles; sin embargo, los dispositivos existentes tienen varias restricciones principalmente relacionadas con la cobertura de la red inalámbrica, transmisión de los datos y valor adquisitivo (Maroto et al., 2019; Schieltz et al., 2017).

Las técnicas empleadas para determinar la ubicación del ganado han sido varias, Sosa et al., (2015) presentan un sistema de “Localización geográfica de ganado utilizando modelos de propagación de señal y Xbee”. De la misma manera Molapo et al. (2018), desarrollaron un trabajo cuyo objetivo era transmitir la ubicación y la actividad de los animales, en tiempo real haciendo uso de una WSN (Red de Sensores Inalámbricos). Otros trabajos adicionales que cabe mencionar son los siguientes: el primero se trata de la implementación de un collar utilizando las tecnologías GPS/GSM con la finalidad de dar seguimiento al ganado (Anyasi et al., 2018; Sirotek y Hart, 2019), el segundo se realizó empleando la tecnología comunitaria de Identificación de Radiofrecuencia (RFID) como métodos alternativos para reducir el robo de ganado (Ibrahim et al., 2016).

Estos estudios en su mayoría han sido realizados debido a la falta de conocimiento que existe sobre la ubicación del ganado, siendo esta una de las principales problemáticas que aquejan a los ganaderos hoy en día, debido al índice de abigeato. De acuerdo con Castillo (2018), alrededor de 800 representantes de gremios productores del país se reunieron en una asamblea convocada por la “Asociación de Ganaderos del Litoral y Galápagos” para reclamar mayor acción contra el abigeato, ya que, a mediados del año 2018 se incrementaron las denuncias por robo de los ganaderos, al pasar de dos denuncias al mes a unas tres al día.

Con base a lo ya mencionado el objetivo de esta investigación es definir una serie de alternativas de tecnologías de comunicación, geoposicionamiento y placas de desarrollo que permitan construir un prototipo de geolocalización orientado al ganado bovino, con la finalidad de contribuir en la prevención del

abigeato y ayudar a los ganaderos a encontrar rápidamente el ganado en los pastizales.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis de alternativas consiste básicamente en identificar los medios posibles para dar solución a un problema y seleccionar, luego, aquéllos que resulten más adecuados, desde el punto de vista técnico y económico (Vigo et al., 2018, p. 61). En la opinión de Gómez et al. (2013) este análisis implica descartar aquellas opciones que se consideren menos ventajosas, para lo cual las alternativas preseleccionadas deben describirse presentando sus características específicas más relevantes y aquellos aspectos que las diferencien entre sí.

En concordancia a lo estipulado por Vigo et al. (2018) y Gómez et al. (2013) para el desarrollo de esta investigación en primera instancia se empleó el método bibliográfico, donde se realizó una indagación exhaustiva de estudios realizados sobre el tema de los últimos 5 años, posteriormente se realizó una comparativa de varias tecnologías utilizadas para analizar cuál es la que más se ajusta a la problemática planteada.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Alternativas de tecnologías de comunicación

Existen una gran variedad de tecnologías de comunicación, sin embargo, este apartado se centrará exclusivamente en las Redes de Área Amplia de Baja Potencia (LPWAN – Low-Power Wide-Area Network) debido a que es una popular tecnología de comunicación por radio de largo alcance, baja potencia y bajo consumo. Sigfox, LoRa (Long - Range) y NB-IoT (Narrowband - Internet of Things) son las tres tecnologías líderes de LPWAN que compiten por el IoT (Internet of Things) a gran escala. En la Tabla 1. se muestra una comparativa de las principales características (Mekki et al., 2019; Aguilar, 2020).

Tabla 1. Comparativa entre las tecnologías LPWAN.

	Sigfox	LoRa	NB-IoT
Frecuencia	Bandas ISM sin licencia (868 MHz en Europa, 915 MHz en América del Norte y 433 MHz en Asia)	Bandas ISM sin licencia (868 MHz en Europa, 915 MHz en América del Norte y 433 MHz en Asia)	Es una solución licenciada coexistente con tecnologías heredadas GSM, GPRS y LTE, y que aprovecha las infraestructuras de los operadores actuales.
Ancho de banda	100 Hz	250 kHz 150kHz	200kHz
Límite de mensajes	140 (UL) 4 (DL)	Ilimitado	Ilimitado
Alcance	10 km (urbano) 40 km (rural)	5 km (urbano) 20 km (rural)	1 km (urbano) 10 km (rural)
Tipo de servicio	De pago	Open Source	De pago
Operador de servicio	Operador Sigfox	Despliegue propio o empresa particular	Operador telefonía móvil
Permite red privada	No, es en sí una empresa que posee la patente de su sistema de conectividad	Sí, es una tecnología abierta a la que cualquier empresa podrá adherirse para desplegar su propia red.	Al igual que Sigfox, NB-IoT No permite la configuración de una red privada.
Velocidad de datos	100 bps	50 000 bps	2000 bps

2. Alternativas de sistemas de posicionamiento

2.1. Posicionamiento mediante satélite

Seco y Cobo (2018) afirman que el sistema GPS (Global Positioning System) es sin duda alguna el más representativo por tratarse del primer sistema con cobertura global; este sistema está formado por constelaciones de satélites que transmiten su posición en un momento determinado con otra información adicional, de manera que permita la localización de un objeto en el espacio.

2.2. Posicionamiento mediante GSM

En la opinión de Padilla et al. (2016) GSM (Global System for Mobile Communications) es un sistema estándar referente a la telefonía móvil digital, y permite conectar dispositivos que cuenten con esta tecnología a nivel mundial. Es considera un estándar de segunda generación, debido a su velocidad de transmisión, ya que su extensión de tercera generación denominada UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) ofrece mayor velocidad de

transmisión. Una de las características más notables de esta tecnología es la utilización de tarjetas SIM (Subscriber Identity Module) (p.129).

2.3. Posicionamiento mediante WPS

Según Duque et al. (2017) El objetivo de este método es la generación de un mapa del entorno mediante el RSSI (Received Signal Strength Indicator). El «RSSI» es una escala de referencia que se utiliza para medir el nivel de potencia de las señales recibidas de un dispositivo en una red inalámbrica (generalmente WiFi o telefonía móvil), donde el mapa producido se emplea para obtener la posición de un usuario en tiempo real, comparando los valores recibidos del dispositivo portátil del usuario con los almacenados en el mapa (p. 2). Pozo (2018) indica que el WPS (Sistemas de posicionamiento WiFi) se utiliza cuando el posicionamiento GPS no funciona adecuadamente debido a los bloqueos de señal en interiores o bajo tierra.

3. Alternativas de placas de desarrollo

3.1. Arduino

De acuerdo con la publicación de Céspedes (2017), arduino es una placa de hardware open-Source, que se basa en uno o varios Microcontroladores dependiendo del modelo, su éxito y masificación de uso se debe, en parte, a su bajo costo, facilidad de uso, amplia documentación y su gran asequibilidad en el mercado.

3.2. ESP8266 (NodeMCU)

En la opinión de Flores y Jiménez (2020) NodeMcu es al igual que Arduino una placa de desarrollo libre a nivel de software y de hardware, con la diferencia que incorpora el módulo ESP8266 que permite la conexión WiFi, para elaborar proyectos de IoT con sistemas inalámbricos. Además, es compatible con el IDE de Arduino.

3.3. Raspberry Pi

Es un ordenador completo basado en SoC (System on a Chip) que tienen el procesador y la memoria RAM con algunas limitaciones de potencia respecto a un ordenador portátil (Contreras, 2018).

En la Tabla 2. se presenta una comparativa de las placas de desarrollo consultadas en la que se puede apreciar que la placa de desarrollo de gama alta, como Raspberry Pi tiene un mayor rendimiento en comparación con otras placas como arduino y ESP8266 en términos de velocidad y almacenamiento, pero a costa de un precio más alto (Ooko, 2019; Swathi et al, 2018, p. 1272).

Tabla 2. Comparativa entre placas de desarrollo Arduino, Raspberry Pi y ESP8266.

	Arduino	Raspberry Pi	ESP8266 (NodeMCU)
Tipo	Microcontrolador de placa única	Mini computadora	Microcontrolador de placa única
Memoria	32 KB	1- 4 GB	Hasta 128 KB
Velocidad de reloj	16 MHz	1,2 GHz	26 MHz - 52 MHz
Almacenamiento	1 KB	Ranura MicroSDHC	4 MB
Poder	USB, batería, o fuente de alimentación	USB, o fuente de alimentación	USB
Tensión de funcionamiento	5V	5V	3,3V
Entorno de Desarrollo Integrado (IDE)	Arduino IDE	Cualquier IDE compatible con Linux	Arduino IDE, Lua Loader
Costo	Bajo	Alto	Bajo

Valoración de las alternativas

Con base a las alternativas de acción disponibles para solventar la geo-localización en este caso del ganado bovino se seleccionó la tecnología de comunicación LoRa, debido a que se puede implementar como una red propia e independiente sin cargos de suscripción. Fernández (2017), considera que LoRa en la actualidad es una tecnología por la que están apostando infinidad de empresas que pretenden construir su propia infraestructura IoT (Internet of Things). Sigfox es otra de las tecnologías consultadas sin embargo a diferencia de LoRa esta no permite la configuración de una red privada, esta es implementada por operadores de red, y los usuarios deben pagar los cargos de

suscripción. Otra tecnología que acompaña a Lora y Sigfox es NB-IoT, esta última a diferencia de la demás su licencia es de pago, razón por la cual no se las consideró. De los sistemas de geoposicionamiento se decidió escoger el sistema GPS, debido a que su precisión es más exacta a la hora de determinar la posición de una persona u objeto. GSM es otra alternativa, sin embargo, no se la considero por ser un estándar de segunda generación. Otra opción, que no se consideró para este trabajo fue el posicionamiento WPS, puesto a que este se utiliza cuando el posicionamiento GPS no funciona adecuadamente debido a los bloqueos de señal en interiores o bajo tierra.

Finalmente, de las placas de desarrollo consultadas se decidió seleccionar la de ESP8266 (NodeMCU) puesto que estas incorporan un módulo WiFi que permite crear sistemas inalámbricos, que además de enviar y recibir datos es posible controlar los pines de entrada y salida de forma remota e inalámbrica”. Además, su valor adquisitivo no es tan elevado. Las placas de desarrollo Arduino también podrían ser otra opción sin embargo estas no incorporan conexión WIFI, por lo que se debería incorporar módulos compatibles que complementen esta funcionalidad (Gascón, 2019, p. 7), lo que podría incrementar su costo. Otra opción con la que se podía realizar este trabajo es con el Raspberry PI, pero debido a su alto valor adquisitivo no se lo considero, de manera que lo que se busca es desarrollar un dispositivo a bajo costo.

Con las tecnologías seleccionadas se procedió a realizar el circuito esquemático del dispositivo, el mismo que se compone de dos partes: la primera de un collar (Figura 1) colocado en el cuello del animal (Figura 3), y la segunda parte de una estación base (Figura 2), la misma que será la encargada de recibir la información emitida por el collar.

Figura 1. Conexión de los componentes del collar

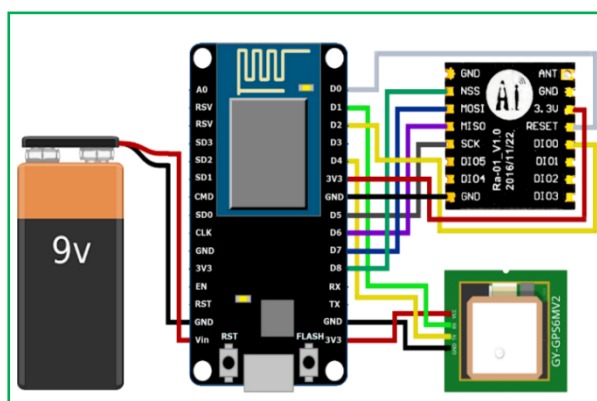


Figura 2. Conexión de los componentes de la base

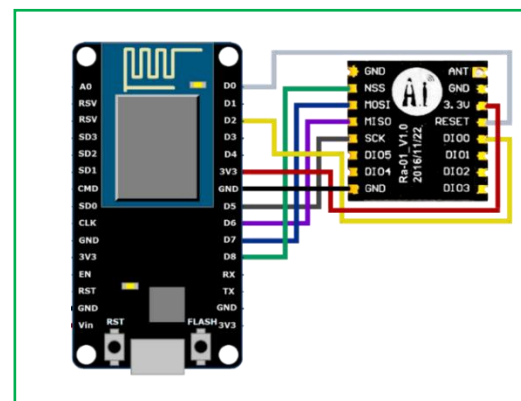
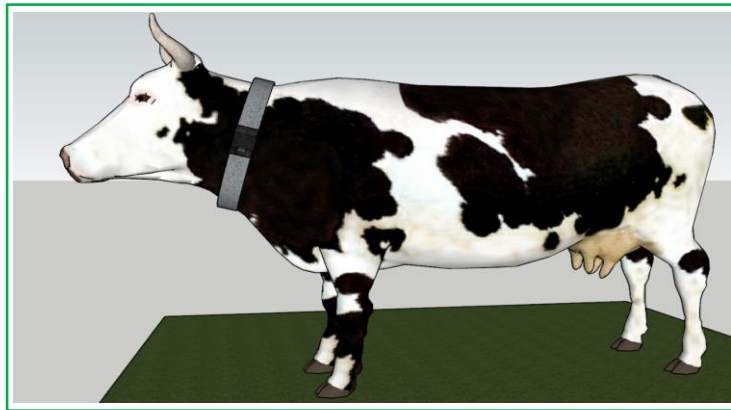


Figura 1. Collar colocado en el cuello del ganado bovino



4. CONCLUSIONES

De acuerdo con el análisis realizado, se pudo identificar que la tecnología de comunicación que ofrece más beneficios es LoRa, debido a su amplio rango de alcance, costo reducido y al ser una tecnología abierta donde se puede desplegar una red propia.

Dentro de los sistemas que permiten el geoposicionamiento se determinó que la mejor opción es GPS dado a su nivel de exactitud al momento de determinar la posición y a diferencia de la tecnología GSM/GPRS este no requiere de una tarjeta SIM con datos móviles activados, siendo una alternativa más económica.

La placa de desarrollo más completa actualmente es Raspberry Pi, pero debido a su costo y tamaño no son una alternativa adecuada para un desarrollo de este tipo, por ello la mejor opción es utilizar una placa ESP8266 que brinda las características base necesarias para la construcción de un dispositivo de geolocalización.

REFERENCIAS

- Aguilar, S. (2020). Diseño de una solución basada en el internet de las cosas (IOT) empleando lorawan para el monitoreo de cultivos agrícolas en Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de Perú]. Repositorio UTP.
- Anyasi, F., Uzairue, S., Mkpuluma, D., Idim, A., y Ighalo, J. (2018). Design and Implementation of a Cattle Grazing Tracking and Anti-theft Alert GPS/GSM

- Collar, Leveraging on Improvement in Telecom and ICT Infrastructure. Asian Journal of Advanced Research and Reports. 1 (2). 1-9.
- Castillo, M. (2018). Ganaderos reclaman mayor acción contra el abigeato. El Comercio. <https://www.elcomercio.com/actualidad/ganaderos-reclamos-abigeato-robo-ganado.html>
- Céspedes, M. (2017). Características de las placas arduino. bit@bit, 2 (4) Pág. 1 - 6. Recuperado de <http://www.uajms.edu.bo/revistas/wp-content/uploads/2017/12/Art1-bit@bitdic2017.pdf>
- Contreras, M. (2018). Programa tus dispositivos CamSp. Madrid, España, Ministerio de Educación.
- Duque, J., Cerrada, C., Valero, E., y Cerrada, J. (2017). Un sistema de posicionamiento interior mejorado que utiliza cámaras RGB-D y redes inalámbricas para su uso en entornos complejos. Sensores, 17 (10), 2391. DOI: 10.3390 / s17102391
- Flores, L. y Jiménez, A. (2020). Diseño de un protocolo de comunicación remota para Telemedicina. Recuperado de <http://faraday.fciencias.unam.mx/resofisbio/ComunicacionReotaTelemedicina.pdf>
- Gascón, J. (2019). Diseño de una placa electrónica modular para el microcontrolador nodemcu v3. (tesis doctoral). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.
- Gómez, R., Velázquez, W., León, F., Yepes, C., Lopera, J., Martínez, O., Roldan, P., Vargas, G., Agudelo, N. (2013). Manual de gestión de proyectos. Universidad de Antioquia.
- Ibrahim, S., Ibrahim, A., Allah, A., y Saulawa, L. (2016). Building of a community cattle ranch and radio frequency identification (RFID) technology as alternative methods of curtailing cattle rustling in Katsina. Pastoralism: Research, Policy and Practice. 6(10). doi: 10.1186 / s13570-016-0055-z
- Maroto, F., Navarro, J., Príncipe, K., Gómez, I., Guerrero, J. Garrido, A., y Pérez, D. (2019). A Low-Cost IoT-Based System to Monitor the Location of a Whole Herd. Sensors. 19 (10). <https://doi.org/10.3390/s19102298>
- Mekki, K., Bajic, E., Chaxel, F. y Meyer, F. (2019). A comparative study of LPWAN technologies for large-scale IoT deployment. ICT Express. 5(1). 1-7.
- Molapo, N.A, Malekian, R. y Nair, L. (2018). Real-Time Livestock Tracking System with Integration of Sensors and Beacon Navigation. Wireless Personal Communications. <https://doi.org/10.1007/s11277-018-6055-0>

- Ooko, S. (2019). Una comparación de las placas Arduino, Raspberry Pi y ESP8266.
https://www.researchgate.net/publication/337707190_A_Comparison_of_Arduino_Raspberry_Pi_and_ESP8266_Boards
- Padilla, R., Quintero R., y Díaz, A. (2016). Monitoreo y localización de personas extraviadas utilizando Arduino y GSM/GPS. *Industrial Data*. 18(1). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/307180492_Monitoreo_y_localizacion_de_personas_extraviadas_utilizando_arduino_y_GSMGPS
- Pozo, C. (2018). Evaluación de tecnologías, herramientas y protocolos con aplicaciones anti-robo para el rastreo de dispositivos móviles. (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Schieltz, J., Okanga, S., Allan. O., y Rubenstein, D. (2017). GPS tracking cattle as a monitoring tool for conservation and management. *African Journal of Range & Forage Science*. 34(3). 173-177.
<https://doi.org/10.2989/10220119.2017.1387175>
- Seco, G. y Cobo, G. (2018). Comparativa y representación en base a la precisión de un receptor en combinación con diferentes sistemas de transmisión GNSS. Recuperado de http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/73765/7/idopico_TFM0118memoria.pdf
- Sirotek, A., y Hart, J. (2019). Possibilities of monitoring cattle via GSM and A-GPS. *Agronomy Research*. 17(3). 816–821.
<https://doi.org/10.15159/AR.19.105>
- Sosa, E., Godoy, D., Lilli, R., Benítez, J., Belloni, E., y Barreiro, H. (2015). Localización Geográfica de Ganado Utilizando Modelos de Propagación de Señal y XBee. *Revista Ciencias De La Educación*. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/45294/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Swathi, T. Uday A. Roja, R. (2018). Performance Analysis of Microcontrollers Used In IoT Technology. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*. 4(4). 1268-1273.
- Vigo, V., Vigil, S., Sánchez, M., Medianero, D. (2018). Manual de Diseño de Proyectos de Desarrollo Sostenible (2.ª ed.). Asociación Los Andes de Cajamarca.