
Quevedo State Technical University Faculty of Engineering Sciences use of the Wireless Sensors Network and its Incidence in the Geolocation of the Vaccinated Livestock of the La María Experimental Farm – UTEQ

Ing. Byron Oviedo Bayas, Ph.D.¹, Guilbert Eduardo Miranda Tinoco²
boviedo@uteq.edu.ec¹, eduardo.miranda@uteq.edu.ec²

Abstract: *The use of geolocation technology through wireless sensor networks allows us to have information of interest, in real time and low energy consumption, with this data can be used to travel, frequented areas, behavioral patterns, etc.*

With the development of the geolocation prototype it is intended to reduce the abuse or risk of cattle, send alerts to the desktop application and in this way report an anomaly in the location of the animal to the person in charge of monitoring livestock.

The WSN, therefore, is WSI, therefore, that is why it is an application on the desktop for the monitoring and location of cattle through Zigbee technology to determine the geolocation and position of the cattle, which by triangulation algorithms and wireless sensors ability to know their exact position in any other, so that they are developed in different techniques, which are the following:

- ❖ *Arrival time (ToA - Arrival time).*
- ❖ *Difference of arrival times (TDoA - Difference of arrival time).*
- ❖ *Angle of arrival (AoA - arrival angle).*
- ❖ *Strength of the received signal (RSS - Strength of received signal).*

Keywords: *Real-time monitoring, Zigbee Technology, Wireless Sensor Networks.*

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

USO DE RED DE SENSORES INALÁMBRICOS Y SU INCIDENCIA EN LA GEOLOCALIZACIÓN DEL GANADO VACUNO DE LA FINCA EXPERIMENTAL LA MARÍA – UTEQ

Resumen

El uso de la tecnología de información y la comunicación geolocalización a través de redes de sensores inalámbricos nos permite disponer de información de interés, en tiempo real y a su vez un bajo consumo

energético, con estos datos se puede trazar los desplazamientos, zonas frecuentadas, pautas de comportamiento, etc.

Con el desarrollo del prototipo de geolocalización se pretende disminuir el abigeato o hurto del ganado vacuno, enviando alertas a la aplicación de escritorio y de esta manera informar de una anomalía en la ubicación del animal a la persona encargada de realizar el monitoreo del ganado.

Es por ello que se pretende diseñar una aplicación en escritorio para el monitoreo y la ubicación del ganado vacuno por medio de tecnología Zigbee para determinar la geolocalización y posición del ganado, el cual mediante algoritmos de triangulación y sensores inalámbricos WSN, por lo tanto, es capaz de conocer su posición exacta en cualquier instante, para ellos se desarrollaron distintas técnicas, las cuales son las siguiente:

- ❖ *Tiempo de llegada (ToA – Time of Arrival).*
- ❖ *Diferencia de tiempos de llegada (TDoA – Time Difference of Arrival).*
- ❖ *Ángulo de llegada (AoA – Angle of Arrival).*
- ❖ *Fuerza de la señal recibida (RSS – Received Signal Strenght).*

Palabras clave: *Monitoreo en tiempo real, Tecnología Zigbee, Redes de Sensores Inalámbricos.*

Resumo

O uso da tecnologia da informação e de geolocalização comunicação através de redes de sensores sem fio nos permite ter informações relevantes em tempo real e por sua vez, baixo consumo de energia, estes dados podem ser rastreados pendulares, áreas de tráfego, as diretrizes de comportamento, etc.

Com o desenvolvimento do protótipo de geolocalização que visa reduzir o roubo de gado ou roubo de gado, o envio de alertas para o aplicativo de desktop e, portanto, denunciar uma anomalia no a localização do animal para a pessoa encarregada do monitoramento de gado.

É por isso que se destina a criar uma aplicação no monitoramento de desktop e localização de gado através da tecnologia Zigbee para determinar a localização geográfica e posicionamento de gado, o que por algoritmos de triangulação e sensores sem fio WSN, portanto, é capazes de saber sua posição exata a qualquer momento, para eles diferentes técnicas foram desenvolvidas, que são as seguintes:

- ❖ *Hora de chegada (ToA - Horário de chegada).*
- ❖ *Diferença de horarios de chegada (TDoA - Diferença horária de chegada).*
- ❖ *Ângulo de chegada (AoA - Ângulo de chegada).*
- ❖ *Força do sinal recebido (RSS - Sinal recebido).*

Palavras chave: *Monitoramento em tempo real, Tecnología Zigbee, Redes de Sensores Sem Fio.*

1. Introducción

La producción mundial de leche se ha incrementado considerablemente en los últimos años y Ecuador es uno de los países con mayor producción lechera de Latinoamérica. Ecuador por encontrarse en la mitad del mundo, cuenta con un clima y ambiente propicios para la agricultura y ganadería, por lo que desde tiempos remotos somos un país agrícola y ganadero [1], debido al incremento de producción de leche a

surgido un mayor aumento sucesivo de robo o hurtos de animales, porque esta situación afecta el rendimiento productivo del ganado, por lo que siempre ha tenido enorme relevancia, especialmente en zonas ganaderas.

Este estudio tiene como finalidad determinar y visualizar las ubicaciones del ganado vacuno ubicada en la finca experimental la maría para evitar hurtos, se realizó un dispositivo de monitoreo y localización de ganado vacuno para su cuidado y manejo del ganado, basado en sensores Inalámbricos (Wireless Sensor Networks WSN) para determinar la localización por medio de triangulación de señales, para el respectivo seguimiento al animal vacuno, utilizados para la búsqueda y control del ganado haciendo la tarea más fácil para los ganaderos.

Adaptando esta tecnología al ganado vacuno el uso de un dispositivo que permita localizar al animal vacuno el cual permitió rastrear e identificar el ganado y así reducir el número de muertes, evitar robos o hurtos en tiempo real e incrementar el nivel de productividad. Además, como herramienta, permite realizar la monitorización, trazabilidad, identificación de los distintos tipos de animales (vacas, corderos, etc.), y control en áreas extensas [2].

2. Propuesta

Diseño de una infraestructura inalámbrica orientada a conocer la geolocalización del ganado vacuno mediante la utilización de triangulaciones y tecnologías Zigbee como se muestra en la Figura 1.

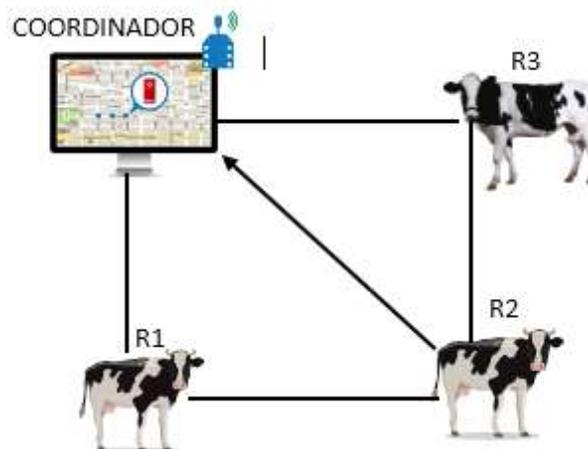


Figura 1. Diagrama de geolocalización de monitoreo

Fuente: Autores

a. Descripción

Basado en el diagrama de la (Figura 1), las implementaciones de redes de nodos Wireless Sensor Networks (WSN), estas tecnologías inalámbricas se ha popularizado a tal punto que sus aplicaciones han ido creciendo de manera acelerada, motivo por el cual se ha ampliado las posibilidades de trabajar con esta tecnología en varias áreas. A pesar de no contar con una velocidad relativamente alta en la transmisión de datos, Zigbee con su máxima velocidad de hasta 250kbps es una alternativa viable para procesos de control y transmisión de datos esenciales para la ejecución de un proceso. Zigbee trabaja bajo la frecuencia 2.4Ghz, en la que

cuenta con 16 canales los cuales alcanzan un ancho de banda de 5Mhz relativamente aceptable considerando que la transmisión de datos entre dispositivos es baja [3].

b. Especificaciones

Los dispositivos incorporados en la herramienta tecnológica que se plantea forman un sistema compacto que permitirá a los ganaderos tener un mayor control de monitoreo al ganado. A continuación, se detallan en la (tabla 1), las características y funcionalidades de cada uno de los módulos de la red Zigbee que se propone como alternativa al problema antes planteado [4].

DISPOSITIVO	CARÁCTERÍSTICAS
Zigbee Coordinator	El dispositivo coordinador en una red Zigbee es considerado el cerebro de la red Zigbee ya que es el que se encarga de centralizar la información recolectada de los demás dispositivos de la red y tomar una decisión en base a lo que se le haya sido programado, en una red Zigbee debe existir solo un dispositivo coordinador; en una red Zigbee el coordinador comparte características similares con el dispositivo router, ya que este también se puede comunicar directamente con los dispositivos terminales.
Zigbee Router	Los routers dentro de una red Zigbee cumplen la función de intermediarios entre el coordinador y los dispositivos terminales, ya que este es quien da la orden de despertar a los dispositivos terminales, recoger la información que estos proporcionan y enviar al coordinador para que este haga su labor.
Zigbee Terminal	Los dispositivos terminales de una red Zigbee son los encargados de la transmisión de información basada en la ubicación del ganado vacuno, ya que este dispositivo es el que se encontrará ubicado en el cuello del mismo. Por lo consiguiente debido a su un alto índice de ahorro energético ya que pasa la mayoría del tiempo en estado apagado (OFF) y en cuestión de milisegundos puede pasar a estado encendido (ON) y comenzar con la transmisión de información correspondiente.

Tabla 1. Detalle de los dispositivos utilizados en la red Zigbee

Fuente: Autores

3. Metodología

a. Introducción a la tecnología Zigbee

En el desarrollo del proyecto utilizaremos Zigbee como protocolo de comunicaciones para la implementación de los sensores inalámbricos que veremos más adelante. A continuación, se realizarán una serie de consideraciones relativas a este protocolo de comunicación [5].

Zigbee es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica, para su utilización con radiodifusión digital de bajo consumo, basada en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal WPAN (Wireless Personal Area Network). Su objetivo son las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías de equipos. Por lo tanto [6], sus características que lo diferencian de otras tecnologías son:

- Su bajo consumo.
- Su topología de red de malla.
- Su fácil integración, ya que se puede fabricar nodos con muy poca electrónica.



Figura 2. Usos o aplicaciones para Zigbee
Fuente: José Enrique Crespo

b. Técnicas de estimación de la posición

Trilateración, triangulación, multilateración, análisis de la escena y proximidad son las principales técnicas de estimación de la posición utilizadas en redes inalámbricas de sensores. Los sistemas de localización actuales las utilizan individualmente o combinándolas. A continuación veremos estas técnicas [7].

c. Método matemático de Localización

a. Triangulación

La triangulación es similar a la Trilateración, solo que, en lugar de distancias, se utilizan ángulos para determinar la posición de un nodo. En general, se requieren dos ángulos y la distancia entre dos puntos de referencia en un entorno bidimensional (Figura. 3). Para tres dimensiones son necesarios dos ángulos, la distancia entre dos nodos de referencia y un azimut1 para especificar una posición precisa [7].

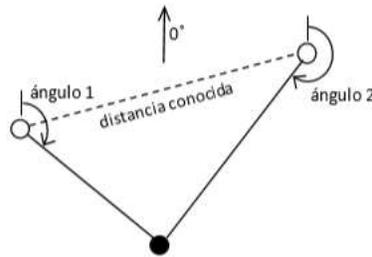


Figura 3. Triangulación
Fuente: Polo, Eva M. García

b. Trilateración

La técnica de Trilateración calcula la posición de un nodo midiendo las distancias desde él mismo hasta varias posiciones de referencia (o balizas). Para calcular la posición de un nodo en dos dimensiones es necesario conocer al menos las distancias desde tres balizas no colineales (en diferentes líneas), como se muestra en la Figura 4. En tres dimensiones, son necesarias cuatro balizas en planos distintos. Para medir la distancia entre un nodo desconocido y una baliza, se utilizará una de las técnicas de estimación de distancias que vimos en el apartado anterior [7].

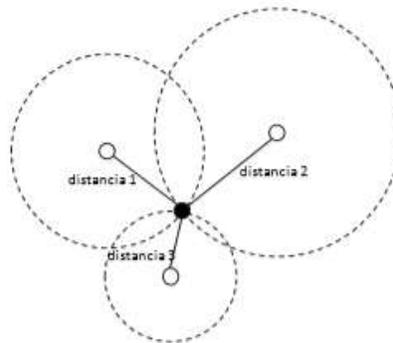


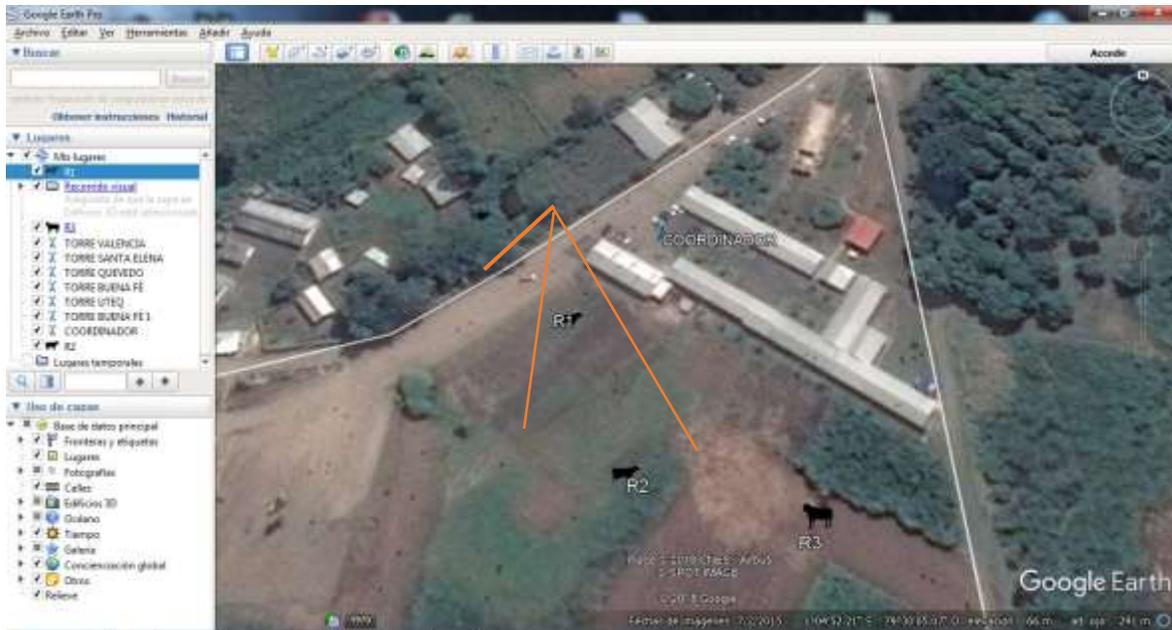
Figura 4. Trilateración
Fuente: Polo, Eva M. García

4. Resultados

El diseño e implementación de sistemas que permita el monitoreo en tiempo real de geolocalización del ganado vacuno, mediante algoritmo de triangulación y sensores inalámbricos WSN, para determinar su posición exacta del animal y así evitar el abigeato o hurto, que tendrá como resultado primordial a nivel de alerta y seguridad para el animal vacuno usando tecnologías Zigbee para la obtención de ubicación y monitoreo.

Considerando cuyos resultados permitieron realizar el análisis de las herramientas tecnológicas de localización ajustado exclusivamente al área de geolocalización del ganado vacuno, diagnosticando los factores que influyen en la ubicación y posición del mismo. Para lograr un mayor nivel de eficacia en los resultados presentados al finalizar el estudio, se utilizaron Sistemas de Información Geográfica (SIG) y utilización métodos matemáticos lo que es algoritmos de triangulación como herramienta fundamental para

obtener una mayor precisión durante los procesos de obtención de la información sobre todo los datos técnicos del terreno como se muestra en la Figura 5.



*Figura 5 Google Earth - Imagen geo referenciada de la herramienta instalada en un predio
Fuente: Autores*

El proceso para el control de monitoreo de ganado vacuno mediante la tecnología Zigbee y algoritmo de triangulación, comienza cuando el dispositivo terminal ubicado en el collar que deben llevar cada uno de los vacunos, se enciende y envía un mensaje de confirmación hacia al coordinador, el mismo que estará ubicado en lugares estratégicos dentro del perímetro de pastoreo del ganado, de tal manera que el perímetro de pastoreo se encuentre dentro del área de cobertura del router módulos XBee; una vez que todos los terminales se han comunicado entre los módulos XBee, este envía la señal obtenida hacia el dispositivo coordinador, el mismo que en base al inventario cargado realiza la comparación para detectar si todos los vacunos se encuentran en el perímetro establecido, luego de ello un administrador se encarga en el proceso de monitoreo mediante notificaciones y alertas, notificando que no haiga ninguna anomalía.

De esta manera se pretende mantener informado al encargado del hato ganadero acerca de las anomalías de que se presenten en el mismo, reduciendo así los riesgos de pérdida de abigeato o hurtos y así evitando posibles pérdidas.

Con la finalidad de explicar de manera gráfica el funcionamiento de la herramienta propuesta, se ha procedido a simular el comportamiento de la misma bajo la utilización de las herramientas de posicionamiento geográfico Google Earth y RadioMobile.



Figura 6. RadioMobile - Imagen geo referenciada de la red Zigbee llevada a la aplicación
Fuente: autores

Para este presente desarrollo del estudio se procedió a utilizar los medios necesarios para dar a conocer los pormenores de la herramienta planteada y de su funcionalidad en las áreas estudiadas; para lo cual se ha optado por la utilización de la herramienta RadioMobile y por medio de esta poder simular el comportamiento y el monitoreo en cuanto a las comunicaciones entre los diferentes dispositivos de la red de Zigbee.

La figura 5 es la interpretación de la figura 6 llevada a la herramienta RadioMobile utilizando las mismas coordenadas de los puntos establecidos para cada uno de los dispositivos, denotando la interconexión entre routers y coordinador.

Como resultado final se logró el objetivo general correspondiente a determinar si la utilización de redes de sensores inalámbricos (Wireless sensor Networks WSN) son la mejor opción para determinar la geolocalización del ganado vacuno, y sean capas de monitorear en tiempo real al animal vacuno y así evitar abigeato y dar su posición geográfica y transmitir las por medio de las redes WSN y Zigbee.

5. Discusión

Para el desarrollo de esta investigación se da a conocer los factores influyentes y la viabilidad al momento de elegir una tecnología que permita mantener informado al administrador la geolocalización del ganado vacuno en caso de presentarse anomalías en cuanto a la ubicación del o los animales; como resultados a estas técnicas de recolección de datos aplicadas en la finca experimental la María - UTEQ, determinó que en la zona no existe una alternativa tecnológica, que permita al administrador monitorear y tener notificaciones instantáneas en caso de presentarse alguna anomalía en el mismo, razón por la cual se desea plantear una alternativa adaptada a los factores que intervienen de manera directa para disminuir el abigeato o hurto del ganado vacuno.

Considerando que en el presente estudio se busca determinar una alternativa tecnológica potencialmente viable para afrontar el problema de ubicación y control del ganado vacuno en la finca experimental la María - UTEQ, se pretende evaluar varias opciones que permitan mantener el control; el manejo de ganado mediante el sistema de tecnología Zigbee que permite determinar la geolocalización y posición del animal, mediante algoritmos de triangulación y sensores inalámbricos WSN.

La localización es uno de los principales factores que se busca tomar como base en el presente estudio, debido al problema que presentan para evitar abigeato o hurto del animal vacuno, se ha tomado un como objetivo principal la geolocalización mediante un algoritmo de triangulación para obtener la ubicación y posición exacta del animal, mediante la tecnología de Zigbee, el cual tiene como objetivo “el uso de redes de sensores inalámbricos, cuyos dispositivos puedan comunicarse entre sí, el coordinador y módulos XBee como se muestra en el diagrama de la figura 1. para poder ubicar al ganado vacuno en tiempo real”.

Dado que la relación entre el presente estudio y el estudio objeto anteriormente mencionado es distante en base a los objetivos, se han considerado factores claves al relacionar dichas investigaciones, como es el caso de la localización; la localización de un objeto puede ser realizada por medio de la Trilateración y triangulación, la cual consiste en calcular la posición del terminal en base a las señales que emite y son receptadas por varios nodos fijos, calculando la distancia entre señales y entre nodos se determina la posición en la que se encuentra el terminal por ende también el objeto [4].

Teniendo en cuenta la manera de cómo funciona la Trilateración se ha determinado que esta técnica puede ser tomada en la alternativa que se proponga para afrontar el problema de ubicación y evitar el abigeato o hurto del ganado vacuno en la finca experimental la María - UTEQ, puesto que permite ser monitoreado el animal y se mantiene en constante movimiento, sin embargo, al contar con varios nodos fijos se puede determinar la posición del mismo con un margen de error mínimo.

6. Conclusión

En el desarrollo de este proyecto se observó que la cercanía influyó en la eficiencia del sistema, mientras su separación disminuía también lo hacía su porcentaje de error, por lo tanto, se concluye que, para la posición de localización del ganado vacuno, para ello se creó una red Zigbee para solucionar problemas para el control y monitoreo del animal.

Zigbee ofrece ventajas importantes respecto a otras tecnologías de comunicación inalámbrica: bajo consumo de energía gracias a la posibilidad de poder tener los módulos Xbee en modo “sleep” y bajo coste, además de la posibilidad de interconexión de muchos nodos en una red.

Como trabajos futuros se propone probar el prototipo en un campo de mayores dimensiones con mayor variedad de topografía irregular y abundante vegetación con el fin de comprobar el valor escala y comparar los modelos de propagación de señales. Por razones cuales se requiere que se desarrollen proyectos alternativos pensando en las soluciones de problemas y mejorar para evitar los procesos efectuados de abigeato o hurto del ganado vacuno.

7. Referencias

- [1] I. G. A. C. DÍAZ, 2014. [En línea]. Available: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8332/Tesis%20MBA%20Gabriel%20Cisneros%20Diaz.pdf;sequence=1>.
- [2] E. O. Sosa, «Localización Geográfica de Ganado Utilizando Modelos de Propagación de Señal y XBee,» sedici, pp. 1-5, 2015.
- [3] J. G. F. Julen Iraceburu González, «Desarrollo e implementación de una red inalámbrica de sensores de temperatura y humedad,» 18 julio 2014. [En línea]. Available: http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/11846/TFG_IraceburuGonzalezJulen2014.pdf?.
- [4] R. B. D. PASTOR, «SOLUCIONES TECNOLÓGICAS DE LOCALIZACIÓN DEL GANADO BOVINO EN LA PARROQUIA LAGARTO,» de PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE ESMERALDAS, Esmeraldas , 2017, pp. 1-65.
- [5] J. J. A. Madrigal, «<http://deeea.urv.cat>,» Septiembre 2013. [En línea]. Available: <http://deeea.urv.cat/public/PROPOSTES/pub/pdf/2114pub.pdf>. [Último acceso: 19 junio 2018].
- [6] C. A. Ortega Huembes, «wikipedia,» 2018 mayo 27. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Zigbee>.
- [7] E. M. G. Polo, «Técnicas de Localización en Redes Inalámbricas de Sensores,» Instituto de Investigación en Informática de Albacete, vol. XXI, pp. 77-98, 17 abril 2017.