

*Preevaluación TFG de Bozhidar Ivaylov Peychev:*

“Red de sensores inalámbricos de monitoreo ambiental basado en Lora - Lora Things”

*Opinión:* apto para presentarse

#### *Consideraciones de carácter general*

El proyecto LoRa based wireless sensor networks tiene como objetivo el desarrollo y la implementación de una red de sensores inalámbrica para aplicaciones IoT pensada para entornos rurales.

El tema del internet de las cosas (IoT) es muy actual e interesante. En particular, la solución elegida para recopilar las lecturas de los sensores de manera automatizada, basada en LoRa, es de gran interés para las empresas que operan en el contexto IoT y para la parte de la comunidad científica más orientada a la implementación.

La estructura de la tesis se estructura en dos partes y está bien organizada. La primera parte incluye el estado del arte sobre IoT y la comparación entre diferentes opciones de comunicación disponibles en el mercado a coste relativamente bajo. La segunda parte describe el desarrollo del proyecto y detalla la estructura general del proyecto y los pasos seguidos para su implementación, incluso los problemas que se han encontrado y las relativas soluciones.

Los puntos fuertes del trabajo son, a parte el tema en sí, el haber implementado una proof of concept para una red de sensores funcionando. El estudiante ha evaluado diferentes posibilidades de implementación y elegido las que eran mas adecuadas al proyecto en términos de rendimiento, coste, complejidad. Ha implementado un protocolo de comunicación para enviar las lecturas de los sensores a través de los nodos LoRa al LoRa Gateway y de este al servidor IoT utilizando el estándar GSM para la transmisión inalámbrica. La segunda parte del trabajo, que es la mas importante, está bien presentada y descrita.

#### *Sugerencias*

Algunas partes de la presentación son mejorables, y aquí sugerimos algún cambio a aportar.

- La segunda parte está bastante bien presentada y descrita, pero quizás pondría mas en evidencia el hecho de que se ha desarrollado un protocolo de comunicación entre los diferentes componentes y que esto ha sido testado con suceso. En mi opinión esta es quizás la parte mas original y personal del trabajo. A parte esto, sería interesante extender la parte 6.2, en particular dar mas detalles o ideas sobre como gestionar un gran (~100?) numero de sensores, o como evaluar el cargo de la red máximo que permite un funcionamiento aceptable (e.g., perdida de paquetes menor de X% o máximo retraso de Y segundos)
- En la primera parte (capítulo 2) la exposición y el lenguaje son poco técnicos en algunas partes y presentan algunas imprecisiones técnicas respecto a la parte de comunicación inalámbrica. Algunos ejemplos:

- “Pero fuera de la ciudad, tales antenas no existen o quedan fuera del rango del emisor LORA” aunque sí que esto es probable, no siempre es así: en algunos países hay redes LoRaWAN en entornos rurales.
- “Para este proyecto no se necesita tener señal GSM de buena calidad ya que las conexiones que se van a hacer serán de poca frecuencia, por ejemplo una vez cada hora.” Terminología: con “conexión de poca frecuencia” te refieres al hecho de que los nodos tienen un “low duty cycle”, o sea transmiten solo esporádicamente
- “LORA es parecida a las tecnologías Bluetooth y Wifi que también utilizan una modulación de señal” aquí no queda claro a que te refieres: cualquier tecnología de transmisión inalámbrica utiliza algún tipo de modulación, así que, si esto es lo que quieres decir aquí, no haría falta indicarlo.
- Figura 10: “En la imagen siguiente podemos ver la cobertura de LORAWAN a nivel mundial” probablemente esa imagen se refiere a los países en los que se utiliza LoRa, no a su cobertura, que tiene otra definición.
- Sigfox: “Máxima seguridad, se envía el mensaje con 3 frecuencias distintas” esta frase no es muy clara, puedes modificarla?
- En 2.3.3.2: “Cuanto menor sea el radio de una celda, mayor será el ancho de banda disponible” el ancho de banda disponible en una celda no necesariamente es función del radio de la celda, puesto que celdas de tamaño diferente pueden tener el mismo ancho de banda. Lo que sí se puede decir es que, a paridad de densidad espacial de usuarios, el ancho de banda medio por usuario aumenta al disminuir el radio de la celda
- Pagina 44, primera línea: según la nomenclatura del 3GPP el GSM corresponde al 2G, pero aquí parece incluir en el GSM también 3G, 4G y 5G
- Otras consideraciones sobre la presentación:
  - General: Las figuras de creación propia no requieren mención de fuente. Su ausencia implica el hecho de que son generadas por el creador del texto.
  - p. 90: Se comenta que los parámetros usados maximizan el consumo de batería, pero se usa spreading factor 7, que en principio minimizaría ese consumo en comparación con cualquier otro spreading factor.
  - p. 92: La figura 51 debería tener el valor de unidades usadas en los ejes.
  - p. 95: “Varias pruebas” se usan para promediar el tiempo de activación GPRS, cuantas?
  - p. 115: Se introducen siglas en las conclusiones (TP i ToA). Si no han hecho falta en todo el trabajo, no hacen falta aquí.
  - Se menciona que hay otros proyectos similares, y estaría bien tener algunas referencias a otros proyectos similares en el estado del arte (papers de investigación) para acabar de situar las ventajas del proyecto.
- Hay varios tipos. Algunos ejemplos:
  - p. 34 - añadir referencia para proyecto LUCA
  - p. 35 - “chrip” -> chirp
  - p.42 - figura 11 - “SIGOFX” -> sigfox
  - p.47 - “tecnologías seleccionadas para proyecto” -> para el proyecto
  - p. 49 - “una red transmisores” -> red de transmisores
  - p. 54, 59 y otras - “multímetro” -> multímetro
  - p. 59 - “usando usando el moserial” -> usando
  - p.59 - La referencia del multímetro podría ser un link al producto, y no solo a amazon.com

- p.87 - “el servicio GPRS ya está iniciado el modulo GSM está conectado” -> ya está iniciado y el modulo GSM
- p. 96 - “variaciones buscas” -> bruscas
- p. 107 - “apartado apartado”
- p. 110 - figura 68: La leyenda tiene consumo i “duration” -> duración
- Pagina 59 “para poder un posterior análisis”
- Figura 23, caption
- Tabla 4 “grupo el nodo”
- Curiosidad: en la figura 62 porque la temperatura cambia tanto y tan rápidamente?