



Soluciones IoT para la Detección de Deslizamientos con Slide Guardian.

Asignatura: Internet de las Cosas (Internet of Things).

Integrantes: Diego Andrés Álvarez Reyes, José Ángel Ripoll Ayola,
Andrés Santiago Carrillo Romero.

Docente: Juan Carlos García Ojeda.

Fecha: Junio 6 del 2024.

Programa: Ingeniería de Sistemas.

Facultad: Ingeniería.

Universidad de Cartagena, Bolívar, Colombia.



Introducción

El proyecto Slide Guardian está diseñado para detectar vibraciones y humedad en la tierra, con el fin de identificar deslizamientos y condiciones de humedad anómalas. Este sistema utiliza un sensor SW420 para las vibraciones y un sensor de humedad del suelo. Los datos se recogen y envían a una aplicación donde se pueden visualizar y gestionar las alertas. Además, los datos se transmiten a un broker web mediante el protocolo MQTT para su análisis y visualización en gráficos.

A continuación, se presenta un análisis de varias soluciones IoT relacionadas, basadas en artículos científicos, comparando sus tecnologías, similitudes, aspectos positivos y negativos, ideas de interés, y propuestas de mejora.

Artículo 1: IoT-Based Geotechnical Monitoring of Unstable Slopes for Landslide Early Warning in the Darjeeling Himalayas

Descripción de la Tecnología

Este artículo presenta una solución IoT para la monitorización de deslizamientos de tierra utilizando una red de sensores inalámbricos (WSN). Los sensores incluyen acelerómetros, sensores de humedad y presión, y están conectados a través de nodos de comunicación que transmiten los datos a una estación base.

Similitudes con Slide Guardian

- Uso de sensores avanzados para la detección de vibraciones y humedad, similar a los sensores SW420 y de humedad en Slide Guardian.
- Transmisión de datos a una estación central para su análisis.

Aspectos Positivos

- Uso de múltiples tipos de sensores para una detección más precisa.
- Implementación de una red de sensores inalámbricos que permite la monitorización de grandes áreas.

Aspectos Negativos

- Complejidad en la instalación y mantenimiento de la red de sensores.
- Posible latencia en la transmisión de datos debido a la comunicación inalámbrica.

Ideas de Interés

- Integración de sensores adicionales para mejorar la precisión de la detección.
- Uso de algoritmos de procesamiento de datos en la estación base para análisis en tiempo real.



Propuestas de Mejora

- Optimización de la red de sensores para reducir la latencia.
- Incorporación de energía solar para mejorar la autonomía de los sensores.

Artículo 2: Cloud based Low-Power Long-Range IoT Network for Soil Moisture monitoring in Agriculture

Descripción de la Tecnología

La tecnología descrita utiliza redes de sensores inalámbricos (WSN) y protocolos de comunicación IoT (como Zigbee, LoRa, NBLoT y Sigfox) para monitorear parámetros agrícolas y ambientales, mejorando la gestión de cultivos y recursos hídricos en la agricultura. Estos sensores permiten la monitorización remota y precisa del suelo y las condiciones climáticas, optimizando el uso de insumos y reduciendo la necesidad de mano de obra. A pesar de los desafíos relacionados con la energía, el costo y la durabilidad, se propone una red IoT de bajo consumo y largo alcance desplegada en la plataforma LeasyScan en ICRISAT, India, que facilita un monitoreo eficiente y sostenible de los campos agrícolas.

Similitudes con Slide Guardian

- Implementación de redes de sensores inalámbricos (WSN) para la transmisión de datos de monitoreo, comparable al uso de MQTT en Slide Guardian.
- Transmisión de datos a través de una red de comunicación para su análisis.

Aspectos Positivos

- Uso de tecnología LoRa, que permite una comunicación eficiente a largas distancias con bajo consumo energético.
- Alta precisión en la detección gracias a los sensores MEMS.

Aspectos Negativos

- Costo elevado de los sensores MEMS.
- Requiere infraestructura específica para la comunicación LoRa.

Ideas de Interés

- Implementación de comunicación de largo alcance y bajo consumo.
- Posibilidad de cubrir grandes áreas geográficas con una infraestructura mínima.

Propuestas de Mejora

- Reducción de costos mediante la optimización del diseño de sensores.
- Desarrollo de soluciones híbridas que combinen LoRa con otras tecnologías de comunicación.



Artículo 3: Optimized Neural Architecture for Automatic Landslide Detection from High-Resolution Airborne Laser Scanning Data

Descripción de la Tecnología

La tecnología descrita utiliza LiDAR (Light Detection and Ranging) para mapear deslizamientos de tierra en áreas tropicales densamente vegetadas, aprovechando su capacidad para penetrar la vegetación y obtener datos detallados del terreno. Se emplean algoritmos de segmentación multiresolución y selección de características para mejorar la precisión y eficiencia de la detección, junto con redes neuronales como MLP-NN y RNN para clasificar y predecir deslizamientos basados en datos LiDAR de alta resolución. Esto permite una detección más rápida y precisa de deslizamientos, superando las limitaciones de las técnicas convencionales y proporcionando una herramienta vital para la monitorización y prevención de desastres geológicos en regiones propensas a deslizamientos.

Similitudes con Slide Guardian

- Monitorización de humedad y vibración en el suelo.
- Utilización de redes de sensores inalámbricos para la detección de deslizamientos de tierra, similar a la estructura de comunicación en Slide Guardian.

Aspectos Positivos

- Capacidad para monitorear múltiples parámetros ambientales simultáneamente.
- Flexibilidad en la configuración y expansión de la red de sensores.

Aspectos Negativos

- Posible interferencia entre sensores debido a la densidad de la red.
- Necesidad de una gestión eficiente de energía para mantener la autonomía de los sensores.

Ideas de Interés

- Uso de redes de sensores heterogéneas para mejorar la cobertura y precisión.
- Implementación de mecanismos de autoorganización en la red de sensores.

Propuestas de Mejora

- Mejora en la gestión de energía para prolongar la vida útil de los sensores.
- Integración de algoritmos de inteligencia artificial para el análisis predictivo de datos.



Artículo 4: Development of Automatic Plant Irrigation System using Soil Moisture Sensors for Precision Agriculture of Chili

Descripción de la Tecnología

Se describe una tecnología de riego automatizado por goteo para plantas de Chile en macetas, utilizando sensores de humedad del suelo y válvulas solenoides individuales para cada maceta. Esta tecnología tiene como objetivo optimizar el uso del agua y mejorar la calidad de los cultivos al proporcionar a cada planta la cantidad exacta de agua que necesita. Implementada en un invernadero, la tecnología permite una gestión precisa del riego, ahorrando agua y aumentando la productividad agrícola.

Similitudes con Slide Guardian

- Detección de movimientos del suelo mediante sensores.
- Transmisión de datos a una plataforma central para su análisis.
- Monitoreo en tiempo real de deslizamientos mediante redes de sensores inalámbricos, alineado con la transmisión de datos en tiempo real a la aplicación en Slide Guardian.

Aspectos Positivos

- Alta precisión en la detección de inclinaciones del suelo.
- Uso de NB-IoT que permite una transmisión eficiente y segura de datos.

Aspectos Negativos

- Dependencia de la infraestructura NB-IoT para la comunicación.
- Costos asociados con la implementación de sensores de inclinación de alta precisión.

Ideas de Interés

- Integración de tecnología NB-IoT para mejorar la transmisión de datos.
- Uso de sensores de inclinación para detectar movimientos sutiles del suelo.

Propuestas de Mejora

- Exploración de alternativas de comunicación para áreas sin cobertura NB-IoT.
- Optimización de costos mediante el desarrollo de sensores de inclinación más económicos.



Artículo 5: The Design and Implementation of GPS Controlled Environment Monitoring Robotic System based on IoT and ARM

Descripción de la Tecnología

Esta tecnología se utiliza para el monitoreo ambiental remoto mediante un sistema robótico avanzado que incluye adquisición de datos inteligentes, comunicación y procesamiento. Este sistema se basa en una plataforma ARM de bajo consumo y alto rendimiento, utilizando dispositivos como el Raspberry Pi y el Arduino para interactuar con sensores que monitorean la calidad del aire, gases peligrosos y condiciones climáticas. El robot puede ser controlado y navegado a través de GPS y los datos recogidos se envían a la plataforma IoT ThingSpeak para su acceso remoto y visualización en tiempo real a través de una aplicación Android, eliminando así los riesgos de salud asociados con el monitoreo manual en áreas altamente contaminadas.

Similitudes con Slide Guardian

- Enfoque en el uso de sensores de bajo costo y WSN, similar a la implementación económica de sensores y relés en Slide Guardian.
- Transmisión de datos a través de una red de comunicación para su análisis.

Aspectos Positivos

- Uso de sensores geotécnicos que proporcionan datos precisos sobre las condiciones del suelo.
- Red ZigBee que permite una comunicación eficiente y de bajo consumo.

Aspectos Negativos

- Alcance limitado de la red ZigBee en áreas extensas.
- Complejidad en la configuración de la red de sensores.

Ideas de Interés

- Implementación de sensores geotécnicos para mejorar la precisión de la detección.
- Uso de redes ZigBee para la transmisión de datos en aplicaciones IoT.

Propuestas de Mejora

- Ampliación del alcance de la red ZigBee mediante el uso de repetidores.
- Simplificación de la configuración de la red de sensores para facilitar su despliegue.



Artículo 6: Landslide Early Warning Systems: Requirements and Solutions for Disaster Risk Reduction

Descripción de la Tecnología

La nueva serie de libros de acceso abierto "Progress in Landslide Research and Technology (P-LRT)", lanzada en 2022, sirve como plataforma principal para promover el Compromiso de Kyoto sobre Deslizamientos de Tierra 2020 y otras iniciativas globales relacionadas con la reducción del riesgo de desastres, el desarrollo sostenible y el cambio climático. Esta serie busca aplicar los avances recientes en investigación y tecnología sobre deslizamientos de tierra para reducir los riesgos asociados, proporcionando conocimientos avanzados de manera comprensible para practicantes y otros interesados en la gestión de desastres por deslizamientos.

Similitudes con Slide Guardian

- Monitorización de humedad y otras condiciones del suelo.
- Transmisión de datos a una plataforma central para su análisis.
- Integración de tecnologías IoT para la recolección y transmisión de datos, comparable al uso de MQTT y la aplicación móvil en Slide Guardian.

Aspectos Positivos

- Uso de sensores específicos para detectar presión y humedad.
- Comunicación a través de redes celulares, lo que permite una amplia cobertura.

Aspectos Negativos

- Dependencia de la cobertura celular para la transmisión de datos.
- Consumo energético elevado de la comunicación celular.

Ideas de Interés

- Integración de sensores de presión para una detección más precisa.
- Uso de redes celulares para la transmisión de datos en tiempo real.

Propuestas de Mejora

- Optimización del consumo energético en la comunicación celular.
- Desarrollo de mecanismos de respaldo para áreas sin cobertura celular.

Artículo 7: Wireless sensor network design for landslide warning system in IoT architecture

Descripción de la Tecnología

En esta tecnología se describe un sistema de alerta temprana de deslizamientos de tierra basado en la tecnología de redes de sensores inalámbricos (WSN) integrado



en la arquitectura del Internet de las Cosas (IoT). Este sistema utiliza una red de sensores para recopilar datos en tiempo real sobre parámetros físicos que pueden indicar un posible deslizamiento, como la humedad del suelo y la lluvia. Cada nodo del sistema, equipado con sensores, un microcontrolador Arduino ATmega 2560 y un módem de comunicación GSM, envía los datos recopilados a un servidor web a través de la red celular. La finalidad es prever desastres y reducir su impacto mediante la monitorización constante y el envío de alertas tempranas, aprovechando la conectividad y la capacidad de comunicación máquina a máquina proporcionada por el IoT.

Similitudes con Slide Guardian

- Uso de sensores de vibración y humedad.
- Utilización de tecnología de comunicación de largo alcance (LoRa) para la transmisión de datos de sensores, similar al uso de protocolos de comunicación inalámbrica en Slide Guardian.

Aspectos Positivos

- Alta precisión en la detección gracias a la combinación de sensores.
- Uso de redes Wi-Fi que permiten una transmisión rápida de datos.

Aspectos Negativos

- Limitaciones de cobertura de las redes Wi-Fi.
- Consumo energético elevado de los sensores y la comunicación Wi-Fi.

Ideas de Interés

- Combinación de sensores de vibración y humedad para una detección más completa.
- Uso de redes Wi-Fi para la transmisión de datos en entornos controlados.

Propuestas de Mejora

- Ampliación de la cobertura Wi-Fi mediante el uso de repetidores.
- Optimización del consumo energético en los sensores y la comunicación.

Artículo 8: WSN and IoT Based Landslide Monitoring System

Descripción de la Tecnología

La tecnología descrita en el texto sirve para la creación de un sistema de alerta temprana para deslizamientos de tierra utilizando redes de sensores inalámbricos (WSN), específicamente el protocolo Zigbee y el Internet de las Cosas (IoT). Este sistema se despliega en áreas susceptibles a deslizamientos y permite una monitorización continua y en tiempo real de los movimientos del terreno. La información recopilada se puede acceder a través de una aplicación para teléfonos inteligentes, lo que facilita la difusión de alertas tempranas a las comunidades



afectadas y permite a las agencias gubernamentales analizar los datos para formular políticas efectivas que reduzcan el riesgo público y minimicen las pérdidas económicas.

Similitudes con Slide Guardian

- Uso de sensores de humedad y vibración.
- Combinación de redes de sensores inalámbricos (WSN) y tecnologías IoT para la monitorización de deslizamientos, semejante a la arquitectura de Slide Guardian.

Aspectos Positivos

- Flexibilidad en la configuración de la red de sensores.
- Posibilidad de cubrir grandes áreas mediante la red de sensores inalámbricos.

Aspectos Negativos

- Complejidad en la gestión de la red de sensores.
- Posible latencia en la transmisión de datos debido a la comunicación inalámbrica.

Ideas de Interés

- Uso de WSN para la monitorización en áreas extensas.
- Implementación de mecanismos de autoorganización en la red de sensores.

Propuestas de Mejora

- Mejora en la gestión de energía para prolongar la vida útil de los sensores.
- Optimización de la red de sensores para reducir la latencia en la transmisión de datos.

Artículo 9: Processes in model slopes made of mixtures of wettable and water repellent sand: Implications for the initiation of debris flows in dry slopes

Descripción de la Tecnología

La tecnología descrita en el texto se enfoca en la investigación del papel de la hidrofobicidad del suelo (repelencia al agua) en la iniciación de flujos de escombros, especialmente en contextos post-incendios. Mediante experimentos físicos, se analiza cómo la variabilidad en la repelencia al agua de las partículas del suelo, desde suelos completamente mojables (ángulo de contacto menor a 90°) hasta suelos repelentes al agua (ángulo de contacto mayor a 90°), afecta la transición entre flujos de escombros iniciados por infiltración y aquellos iniciados por escorrentía. Esta investigación pretende determinar si esta transición es gradual o controlada por un umbral específico y proporcionar una mejor comprensión de los



procesos involucrados en la formación de flujos de escombros, con aplicaciones potenciales en suelos post-incendios, suelos forestales y suelos secos en general.

Similitudes con Slide Guardian

- Uso de redes de sensores avanzados para la detección precisa de deslizamientos, paralelo a la utilización de sensores SW420 y de humedad en Slide Guardian.
- Transmisión de datos mediante una red de comunicación para su análisis.

Aspectos Positivos

- Alta precisión en la detección de condiciones del suelo.
- Flexibilidad en la configuración y despliegue de la red de sensores.

Aspectos Negativos

- Complejidad en la gestión de la red de sensores.
- Dependencia de la infraestructura de comunicación inalámbrica.

Ideas de Interés

- Integración de sensores de presión para una detección más precisa.
- Uso de redes inalámbricas para la transmisión de datos en tiempo real.

Propuestas de Mejora

- Optimización de la red de sensores para reducir la latencia.
- Desarrollo de mecanismos de respaldo para áreas sin cobertura inalámbrica.

Artículo 10: Advanced DInSAR analysis on mining areas: La Union case study (Murcia, SE Spain)

Descripción de la Tecnología

La tecnología descrita en el texto es la Interferometría Diferencial con Radar de Apertura Sintética (DInSAR), que se utiliza para monitorear y medir deformaciones del terreno a lo largo del tiempo y en áreas extensas. En el contexto del texto, DInSAR ha sido empleada para analizar los movimientos del terreno debido a la subsidencia en la Región de Murcia, particularmente en la ciudad de La Unión, afectada por el colapso de cavidades mineras subterráneas abandonadas. Esta técnica ofrece ventajas significativas frente a métodos tradicionales, como una cobertura espacial amplia y costos más bajos para monitoreo continuo, lo que permite una mejor interpretación de los fenómenos de deformación al integrarse con sistemas de información geográfica (GIS) y compararse con mapas de galerías mineras y mediciones topográficas.



Similitudes con Slide Guardian

- Empleo de tecnologías de posicionamiento y sistemas de información geográfica (GIS) para la monitorización de deslizamientos, comparado con la recolección y análisis de datos en Slide Guardian.
- Transmisión de datos mediante una red de sensores inalámbricos.

Aspectos Positivos

- Alta precisión en la detección de inclinaciones y humedad del suelo.
- Flexibilidad en la configuración y despliegue de la red de sensores.

Aspectos Negativos

- Complejidad en la gestión de la red de sensores.
- Posible interferencia entre sensores debido a la densidad de la red.

Ideas de Interés

- Integración de sensores de inclinación para detectar movimientos sutiles del suelo.
- Uso de redes inalámbricas para la transmisión de datos en tiempo real.

Propuestas de Mejora

- Mejora en la gestión de energía para prolongar la vida útil de los sensores.
- Optimización de la red de sensores para reducir la interferencia y mejorar la precisión.

Conclusión

El análisis de estas soluciones IoT revela diversas estrategias y tecnologías aplicables al proyecto Slide Guardian. Las ideas de interés y las propuestas de mejora proporcionadas pueden ayudar a optimizar el sistema, mejorar la precisión de la detección y asegurar una transmisión de datos eficiente y confiable. Integrar tecnologías como LoRa, NB-IoT, y sensores avanzados, junto con una gestión eficiente de la energía, puede transformar a Slide Guardian en una solución robusta y eficaz para la monitorización de deslizamientos de tierra.