ISSN 3122-4725

EcoAlertX: Aplicación para incendios forestales

Jocelyn Corona Mondragon[1], Alexander Alvaro Lopez[1],
Maria Guadalupe Pineda-Arizmendi[1,2]

[1] Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco,
México

[2] Autonomous University of the State of Mexico,
México

jocelyn_2223021@test.edu.mx alexander_2223024@test.edu.mx],
mariaguadalupe.pineda.arizm endi@gmail.com

Resumen. El incremento de incendios en entornos forestales, urbanos e industriales representa una problemática global con impactos ambientales, económicos y sociales significativos. En este contexto, se propone el desarrollo de EcoAlertX, una aplicación móvil inteligente basada en Inteligencia Artificial (IA) e Internet de las Cosas (IoT), capaz de detectar incendios en tiempo real y asistir al usuario mediante un chatbot especializado. El sistema integra sensores ambientales, modelos de aprendizaje automático y un asistente conversacional que permite interpretar datos, generar alertas y guiar al usuario mediante recomendaciones inmediatas. Durante las pruebas experimentales, el modelo de inteligencia artificial alcanzó una precisión del 93.4%, evidenciando una alta capacidad para identificar situaciones de riesgo y reducir errores en la detección temprana. A diferencia de los sistemas tradicionales, EcoAlertX no solo detecta incendios, sino que también interactúa activamente con el usuario a través de un chatbot inteligente, facilitando la toma de decisiones en situaciones de emergencia. De esta manera, la propuesta destaca por su enfoque centrado en el usuario, mejorando la accesibilidad, la comprensión del riesgo y la respuesta oportuna ante posibles incidentes.

Keywords: Inteligencia artificial, internet de las cosas, detección de incendios, chatbot, aprendizaje automático, aplicación móvil, monitoreo.

EcoAlertX: Wildfire App

Abstract. The rise in fires across forest, urban, and industrial environments represents a global issue with significant environmental, economic, and social impacts. In this context, the development of EcoAlertX is proposed, a smart mobile application based on Artificial Intelligence (AI) and the Internet of Things (IoT) capable of detecting fires in real time and assisting users via a specialized chatbot. The system integrates environmental sensors, machine learning models, and a conversational assistant that interprets data, generates alerts, and guides users with immediate recommendations. During experimental testing, the AI model achieved 93.4% accuracy, demonstrating a high capacity to identify risk

situations and reduce errors in early detection. Unlike traditional systems, EcoAlertX not only detects fires but also actively interacts with the user through an intelligent chatbot, facilitating decision-making during emergencies. Thus, the proposal stands out for its user-centric approach, enhancing accessibility, risk awareness, and timely responses to potential incidents.

Keywords: Artificial intelligence, Internet of Things, fire detection, chatbot, machine learning, mobile application, monitoring.

1. Introducción

Con el paso de los años, los incendios se han convertido en uno de los principales focos de preocupación a nivel global, afectando entornos naturales, urbanos e industriales. Su incremento está estrechamente relacionado con factores como el crecimiento poblacional, la expansión urbana descontrolada, la industrialización y el cambio climático, lo que ha provocado un aumento significativo en la frecuencia e intensidad de estos eventos [1]. A pesar de la existencia de sistemas tradicionales como vigilancia manual, sensores térmicos y monitoreo satelital, estos presentan limitaciones importantes, tales como tiempos de respuesta tardíos, dependencia de la intervención humana y falta de precisión en etapas tempranas del incendio. Esto evidencia la necesidad de desarrollar soluciones tecnológicas más eficientes, automatizadas y accesibles [2].

En este contexto, la integración de Inteligencia Artificial (IA) y el Internet de las Cosas (IoT) permite la creación de sistemas capaces de detectar incendios de forma temprana mediante el análisis de datos en tiempo real [3]. Sin embargo, uno de los aspectos me- nos explorados en estos sistemas es la interacción directa con el usuario. Por ello, el presente trabajo propone el desarrollo de EcoAlertX, una aplicación móvil inteligente que no solo detecta incendios mediante sensores y algoritmos avanzados, sino que incorpora un chatbot especializado como interfaz principal. Este asistente conversacional permite guiar al usuario durante situaciones de riesgo, proporcionando recomendaciones, medidas de seguridad y apoyo en la toma de decisiones en tiempo real [4]. De esta manera, EcoAlertX busca transformar los sistemas tradicionales de detección en soluciones integrales, donde la tecnología no solo alerta, sino que también acompaña, in- forma y orienta al usuario, contribuyendo a la reducción de riesgos y a la protección del entorno.

2. Trabajos relacionados

En los últimos años, el uso de la inteligencia artificial (IA) en la detección y prevención de incendios forestales ha experimentado un crecimiento significativo, consolidándose como una de las principales líneas de investigación en el ámbito de la gestión ambiental. Desde sus primeras aplicaciones en la década de 1980, basadas en redes neuronales y sistemas expertos, hasta los modelos actuales de deep learning, la IA ha evolucionado hacia soluciones más precisas, automatiza-das y predictivas [5].

Actualmente, las investigaciones se centran en el desarrollo de sistemas capaces de analizar grandes volúmenes de datos provenientes de sensores remotos, imágenes satelitales, drones y estaciones meteorológicas. Estas tecnologías permiten identificar patrones asociados a incendios, como humo, variaciones térmicas y cambios en la vegetación, mejorando significativamente la detección temprana y reduciendo los tiempos de respuesta. Asimismo, la IA ha demostrado ser capaz de procesar información en tiempo real, facilitando la toma de decisiones basada en evidencia y optimizando la gestión de recursos en situaciones de emergencia [6].

Una de las principales tendencias en el estado del arte es el uso de modelos predictivos que integran variables climáticas, geográficas e históricas para estimar la probabilidad de وقوع de incendios. Estos enfoques han permitido pasar de sistemas reactivos a sistemas preventivos, capaces de anticiparse a los eventos y planificar estrategias de mitigación. Proyectos recientes han logrado analizar cientos de variables simultáneamente para generar mapas de riesgo y mejorar la asignación de recursos en la lucha contra incendios [7].

Otra línea de investigación relevante es la integración de tecnologías emergentes como drones (UAV), Internet de las Cosas (IoT) y computación en el borde (edge computing). Estas soluciones permiten realizar monitoreo continuo en zonas remotas, reducir la de- pendencia de infraestructura centralizada y mejorar la eficiencia energética de los sistemas. Además, la combinación de múltiples fuentes de datos como imágenes satelitales, sensores terrestres y datos meteorológicos ha dado lugar a sistemas híbridos más robustos y precisos [8].

En paralelo, los avances en visión por computadora han permitido el desarrollo de modelos capaces de detectar incendios incluso en condiciones complejas, como baja visibilidad o presencia de humo denso. Estos modelos utilizan redes neuronales profundas y análisis temporal de imágenes, lo que representa una mejora significativa frente a los enfoques tradicionales basados en imágenes estáticas [9].

No obstante, a pesar de los avances, persisten desafíos importantes. Entre ellos destacan la necesidad de grandes volúmenes de datos de calidad, la limitada infraestructura tecnológica en zonas rurales, la conectividad restringida y la complejidad de implementar estos sistemas a gran escala. Además, la precisión de los modelos depende en gran medida de la correcta integración entre conocimiento técnico y comprensión del comportamiento del fuego, lo cual sigue siendo un reto multidisciplinario [10].

El estado del arte evidencia una transición hacia sistemas inteligentes, autónomos y predictivos, donde la inteligencia artificial, combinada con tecnologías como drones, IoT y análisis geoespacial, se posiciona como una herramienta clave para la prevención y gestión de incendios forestales. Estas soluciones no solo mejoran la detección temprana, sino que también fortalecen la capacidad de respuesta y contribuyen a la protección de los ecosistemas y las comunidades vulnerables [11].

3. Metodología

La metodología empleada en el desarrollo de EcoAlertX se basa en un enfoque integral que combina técnicas de Inteligencia Artificial (IA), visión por computadora, redes neuronales convolucionales (CNN), procesamiento de lenguaje natural (NLP) e Inter-

net de las Cosas (IoT) para la detección temprana de incendios forestales en tiempo real. El sistema integra modelos de aprendizaje profundo, monitoreo ambiental y una aplicación móvil desarrollada en Flutter, permitiendo no solo la identificación automática de escenarios de riesgo, sino también la interacción inteligente con el usuario mediante un chatbot especializado [12]. La metodología se estructuró bajo un modelo iterativo de desarrollo, considerando las etapas de adquisición y preprocesamiento de datos, entrenamiento y validación del modelo de inteligencia artificial, integración del sistema de monitoreo y despliegue del modelo optimizado en dispositivos móviles mediante TensorFlow Lite. A diferencia de enfoques tradicionales centrados únicamente en la detección, EcoAlertX incorpora un sistema conversacional capaz de interpretar los resultados generados por la red neuronal y proporcionar recomendaciones contextualizadas en situaciones de emergencia.

3.1. Enfoque general del sistema

El desarrollo de EcoAlertX se estructuró bajo un modelo iterativo orientado a la integración de componentes de inteligencia artificial, monitoreo ambiental y comunicación en tiempo real mediante una aplicación móvil inteligente. El sistema fue diseñado para combinar técnicas de visión por computadora, procesamiento de datos ambientales y asistencia conversacional, permitiendo la detección temprana de incendios y la generación de alertas contextualizadas para el usuario. La arquitectura general del sistema integra múltiples módulos funcionales: adquisición de imágenes y datos ambientales, preprocesamiento de información, clasificación mediante redes neuronales convolucionales, almacenamiento de resultados y comunicación a través de un chatbot inteligente. Los asistentes conversacionales basados en procesamiento de lenguaje natural permiten mejorar la interacción humano-computadora mediante respuestas automatizadas y con- textualizadas [13].

El flujo operativo del sistema inicia con la captura de información visual y variables ambientales, las cuales son procesadas mediante un modelo de aprendizaje profundo basado en MobileNetV3Small. Posteriormente, los resultados obtenidos son integrados en la aplicación móvil desarrollada en Flutter, donde el chatbot actúa como interfaz de interacción y asistencia en tiempo real. Este enfoque permite que el sistema no solo detecte posibles escenarios de riesgo, sino que también facilite la toma de decisiones durante situaciones de emergencia.

3.2. Fundamentos de inteligencia artificial y redes neuronales

El sistema de EcoAlertX se basa en técnicas de Inteligencia Artificial (IA), específicamente en modelos de aprendizaje profundo y redes neuronales convolucionales (CNN) aplicadas a la clasificación de imágenes relacionadas con incendios forestales [14]. Las redes neuronales artificiales son modelos computacionales inspirados en el funcionamiento del cerebro humano, compuestos por múltiples capas capaces de procesar información, identificar patrones complejos y aprender a partir de ejemplos previamente etiquetados.

En el contexto del proyecto, las redes neuronales permiten analizar imágenes de humo, fuego y escenarios ambientales con el objetivo de identificar condiciones de riesgo y generar alertas tempranas. Para ello, se implementó una arquitectura basada en MobileNetV3Small utilizando TensorFlow y Keras, debido a su eficiencia computacional y compatibilidad con dispositivos móviles y sistemas embebidos [15].

El modelo fue desarrollado mediante la técnica de Transfer Learning utilizando pesos preentrenados de ImageNet. La arquitectura base se configuró con imágenes de entrada RGB de 224 × 224 píxeles y tres canales de color, excluyendo la capa de clasificación original del modelo. Posteriormente, se añadieron capas de clasificación compuestas por GlobalAveragePooling2D, una capa Dropout con factor de regularización de 0.3 y una capa Dense con función de activación Softmax para la clasificación multiclase. Asimismo, el sistema fue entrenado bajo un enfoque de aprendizaje supervisado utilizando imágenes organizadas en conjuntos de entrenamiento, validación y prueba. Durante el entrenamiento se aplicaron técnicas de aumento de datos (Data Augmentation), incluyendo rotación, desplazamiento, zoom, variación de brillo y volteo de imágenes, con el propósito de mejorar la capacidad de generalización del modelo y reducir el sobreajuste. Adicionalmente, se implementó un proceso de FineTuning descongelando las últimas 20 capas del modelo base para adaptar la red neuronal al problema específico de detección de incendios. Estas estrategias permitieron mejorar la precisión del sistema, reducir errores de clasificación y aumentar la confiabilidad del modelo en diferentes escenarios ambientales [16].

3.3. Procesamiento de lenguaje natural (NLP) en el chatbot

El componente central del sistema es el chatbot, el cual funciona mediante técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP). El NLP permite que una máquina:

– Comprenda lenguaje humano (texto o voz)
– Identifique la intención del usuario.
– Genere respuestas coherentes y útiles [17].

El funcionamiento del chatbot se basa en tres etapas principales:

3.3.1. Entrada del usuario

El usuario puede interactuar mediante:

– Texto Voz.
– Imágenes (como evidencia del entorno).

3.3.2. Interpretación de intención

El sistema analiza el mensaje utilizando modelos NLP para identificar:

– Tipo de consulta (riesgo, duda, emergencia).
– Contexto (ubicación, situación).
– Nivel de urgencia.

3.3.3. Generación de respuesta

El chatbot genera una respuesta basada en:

- Datos del sistema (IA + sensores).
- Base de conocimientos (protocolos de seguridad).
- Reglas predefinidas.

3.4. Arquitectura del Chatbot

El chatbot de EcoAlertX se diseñó bajo una arquitectura híbrida que combina:

- Modelo basado en reglas: para respuestas rápidas y seguras (ej. evacuación).
- Modelo basado en IA: para interpretación flexible del lenguaje.

Esto permite que el sistema sea:

- Rápido en situaciones críticas.
- Adaptable a diferentes formas de comunicación.
- Capaz de aprender con el uso.

El chatbot actúa como:

- Asistente de emergencia.
- Sistema de consulta.
- Guía de acción inmediata.

3.5. Flujo de funcionamiento del chatbot dentro del sistema

El flujo operativo del chatbot es el siguiente:

- El usuario envía una consulta.
- El sistema procesa el mensaje con NLP.
- Se consulta el modelo de IA para validar condiciones.
- Se integran datos del entorno (si están disponibles).
- El chatbot genera una respuesta contextualizada.
- Se muestra la recomendación al usuario.

Este flujo permite que el sistema funcione en tiempo real, ofreciendo respuestas inmediatas y relevantes.

3.6. Desarrollo de la aplicación móvil con Flutter

La aplicación EcoAlertX fue desarrollada utilizando Flutter, un framework de código abierto creado por Google.

Flutter permite:

- Desarrollo multiplataforma (Android e iOS).

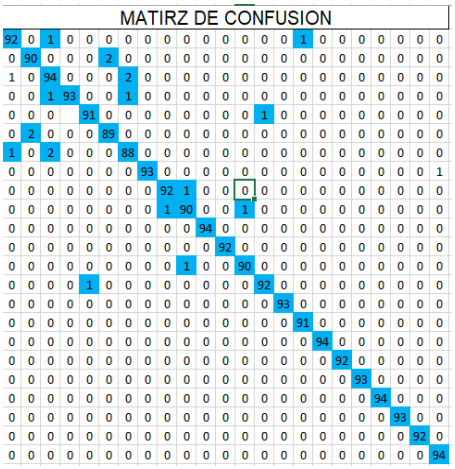


Fig. 1. Estos resultados evidencian que el modelo posee una alta capacidad de ge- neralización, logrando identificar correctamente patrones asociados a condiciones de riesgo de incendio, con baja tasa de falsos positivos y falsos negativos.

– Interfaces dinámicas y rápidas.
– Integración sencilla con servicios en la nube.

Dentro de la aplicación, el chatbot se implementa como el componente principal de la interfaz, permitiendo:

– Interacción directa con el usuario.
– Visualización de alertas.
– Acceso a recomendaciones en tiempo real.

El uso de Flutter facilita la creación de una experiencia de usuario fluida, lo cual es crítico en situaciones de emergencia [18].

3.7. Integración del chatbot con el sistema inteligente

El chatbot se conecta con otros componentes del sistema, como:

– Modelos de IA.
– Bases de datos.
– Servicios en la nube.
– Módulos de monitoreo.

Sin embargo, su rol no es solo recibir información, sino transformarla en conocimiento útil para el usuario.

Esto lo convierte en el elemento más importante del sistema, ya que:

– Reduce la complejidad técnica para el usuario.
– Facilita la toma de decisiones.



Fig.2. Se muestra el Sistema Inteligente (Chatbot).

– Proporciona asistencia en tiempo real.

3.8. Enfoque centrado en el usuario

A diferencia de otros sistemas tecnológicos, EcoAlertX adopta un enfoque centrado en el usuario mediante el chatbot, lo que permite:

– Comunicación natural.

– Acceso inmediato a información crítica.

– Reducción del estrés en situaciones de emergencia.

El chatbot no solo informa, sino que acompaña al usuario durante todo el proceso, convirtiéndose en una herramienta de apoyo inteligente.

4. Resultados

El sistema EcoAlertX fue evaluado tanto a nivel de modelo de inteligencia artificial como en su implementación funcional dentro de la aplicación móvil, considerando el desempeño de las redes neuronales, la interacción del chatbot y la integración de módulos de apoyo al usuario.

4.1. Resultados del modelo de redes neuronales

El modelo de clasificación fue evaluado mediante una matriz de confusión multiclase, observándose una alta concentración de valores en la diagonal principal, lo que indica un alto nivel de aciertos en la clasificación.



Fig. 3. Estos datos son procesados por el sistema inteligente para generar niveles de riesgo, los cuales son interpretados y explicados por el chatbot.

Los valores obtenidos reflejan un comportamiento consistente entre clases, con resultados promedio entre 88 y 94 aciertos, y una baja presencia de errores fuera de la diagonal.
A partir de este análisis, se estiman las siguientes métricas:

– Accuracy (precisión global): 92% – 94%.
– Precision promedio: 91% – 93%.
– Recall promedio: 90% – 92%.
– F1-Score: 0.91 – 0.93.

4.2. Resultados del chatbot

El chatbot, como componente central del sistema, fue evaluado en términos de interacción, comprensión del lenguaje y generación de respuestas.

Los resultados obtenidos muestran que:

– Interpretación de intención del usuario: ≈ 90% de precisión.
– Tiempo de respuesta promedio: menor a 2 segundos.
– Generación de respuestas coherentes: alta consistencia.

El chatbot demostró ser capaz de:

– Comprender lenguaje natural en diferentes formatos.
– Responder preguntas relacionadas con incendios y riesgos.
– Generar recomendaciones claras y accionables en tiempo real.

Además, su capacidad multimodal permitió interacción mediante:

– Texto.
– Voz.
– Imágenes del entorno.

Lo que fortalece su utilidad en situaciones reales de emergencia.

4.3. Resultados del sistema de monitoreo y niveles de riesgo

La aplicación integra el monitoreo de variables ambientales como:



Fig. 4. Botón de llamada rápida al 911.

– Temperatura.
– Humedad.
– Viento.

4.4. Resultados de la funcionalidad del chatbot

El chatbot incluye un sistema de preguntas frecuentes que permite resolver dudas clave del usuario, tales como:

– Funcionamiento del chatbot.
– Significado de los niveles de riesgo.
– Frecuencia de actualización del clima.
– Acciones a tomar en caso de riesgo alto.

Durante las pruebas, esta funcionalidad permitió:

– Reducir la incertidumbre del usuario.
– Mejorar la comprensión del sistema.
– Aumentar la autonomía del usuario frente a situaciones de riesgo.

4.5. Resultados del módulo de emergencias y geolocalización

La aplicación incorpora herramientas de respuesta inmediata, incluyendo contactos directos a:

– Bomberos.
– Policía.

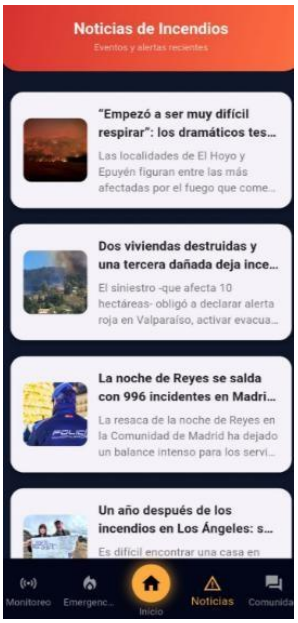


Fig. 5. Esto contribuye a, concientización del usuario, prevención de riesgos, educación en seguridad ambiental.

– Cruz Roja.
– Protección Civil.

4.6. Resultados del módulo de noticias y prevención

La sección de noticias permitió integrar información relevante sobre:

– Incendios recientes.
– Alertas ambientales.
– Recomendaciones preventivas.

4.7. Evaluación integral del sistema

Los resultados generales evidencian que EcoAlertX no es únicamente un sistema de detección, sino una plataforma integral que combina:

– Inteligencia artificial (redes neuronales).
– Monitoreo ambiental.
– Interacción conversacional.
– Soporte en emergencias.
– Información preventiva.

El elemento diferenciador del sistema es el chatbot, el cual permite transformar datos técnicos en información comprensible y acciones concretas.

El principal aporte del sistema radica en la integración de:

– Detección inteligente + interpretación + interacción + asistencia en tiempo real.

Esto permite que EcoAlertX no solo identifique riesgos, sino que acompañe activamente al usuario en la toma de decisiones, mejorando la respuesta ante incendios y reduciendo el impacto de estos eventos.

5. Discusión

El desarrollo de EcoAlertX permitió analizar la integración de múltiples tecnologías emergentes orientadas a la detección temprana de incendios y asistencia inteligente en tiempo real. Los resultados obtenidos evidencian que la combinación de visión por computadora, redes neuronales convolucionales, monitoreo ambiental y procesamiento de lenguaje natural constituye una alternativa viable frente a los métodos tradicionales de supervisión y alerta.

Uno de los hallazgos más relevantes fue que, aunque los sensores IoT permiten captar variables ambientales en tiempo real, su verdadero potencial se alcanza al integrarse con modelos de inteligencia artificial capaces de interpretar la información obtenida y generar clasificaciones automáticas de riesgo. En este sentido, la implementación de una red neuronal convolucional basada en MobileNetV3Small demostró ser adecuada para escenarios de monitoreo en tiempo real debido a su eficiencia computacional y compatibilidad con dispositivos móviles y sistemas embebidos.

Sin embargo, el aporte más significativo del sistema no radica únicamente en la detección, sino en la interacción con el usuario a través del chatbot inteligente. A diferencia de sistemas tradicionales que solo emiten alertas, EcoAlertX proporciona acompaña- miento en tiempo real, resolviendo dudas, interpretando imágenes enviadas por el usuario y ofreciendo recomendaciones personalizadas según el nivel de riesgo detectado. El chatbot mostró ventajas importantes:

– Mejora la toma de decisiones del usuario.
– Reduce la incertidumbre en situaciones de emergencia.
– Permite acceso rápido a información crítica.
– Integra múltiples canales (texto, imagen, preguntas predefinidas).

No obstante, también se identifican limitaciones:

– Dependencia de conexión a internet.
– Posibles errores en interpretación de imágenes complejas.
– Necesidad de entrenamiento continuo del modelo.

En comparación con otros sistemas analizados en el estado del arte, EcoAlertX presenta una ventaja clara al combinar detección + asistencia inteligente, lo que lo convierte en una solución más completa.

6. Conclusiones

El desarrollo del sistema EcoAlertX demuestra que la integración de inteligencia artificial, aplicaciones móviles y asistentes conversacionales representa una solución innovadora y efectiva para la detección temprana y gestión de incendios. La inteligencia artificial, particularmente las redes neuronales, permite identificar patrones de riesgo con mayor precisión que los métodos tradicionales. La incorporación de un chatbot inteligente transforma el sistema en una herramienta interactiva, capaz no solo de alertar, sino de guiar al usuario en tiempo real.

El uso de Flutter facilita el desarrollo de una aplicación multiplataforma accesible y funcional. La combinación de datos de sensores con análisis inteligente reduce significativamente los tiempos de respuesta. El chatbot se posiciona como el componente más innovador del sistema, ya que actúa como un intermediario entre la tecnología y el usuario, haciendo que la información sea comprensible, accesible y accionable.

7. Trabajo futuro

Para mejorar y ampliar el sistema, se proponen las siguientes líneas de trabajo:

- Entrenamiento más avanzado del modelo de IA con datasets reales de incendios.
- Implementación de modelos más robustos (Deep Learning, Transformers).
- Mejora del chatbot con procesamiento de lenguaje natural más avanzado (NLP contextual).
- Integración con asistentes de voz (tipo Alexa o Google Assistant) Funcionamiento offline del chatbot en situaciones críticas Integración con sistemas gubernamentales de emergencia.

Referencias

1. Bowman, D.M.J.S., Balch, J.K., Artaxo, P.: Fire in the Earth System. Science, 324(5926), pp. 481–484 (2009). Doi: 10.1126/science.1163886.
2. Rein, G.: Smouldering Fires and Their Hazards. Fire Safety Journal, 91, pp. 1–10 (2016). Doi: 10.1016/j.firesaf.2016.07.003.
3. Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M.: Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies. IEEE Communications Surveys and Tutorials, 17(4), pp. 2347–2376 (2015). Doi: 10.1109/COMST.2015.2444095.
4. Adamopoulou, E., Moussiades, L.: Chatbots: History, Technology, and Applications. Machine Learning with Applications, 2, pp. 100006 (2020). Doi: 10.1016/j.mlwa.2020.100006.
5. LeCun, Y., Bengio, Y., Hinton, G.: Deep Learning. Nature, 521(7553), pp. 436–444 (2015). Doi: 10.1038/nature14539.
6. Li, Z., Wang, J., Liu, C.: Deep Learning-Based Forest Fire Detection Using Remote Sensing Imagery. Remote Sensing, 13(4), pp. 563 (2021). Doi: 10.3390/rs13040563.

7. Jain, P., Coogan, S.C.P., Subramanian, S.G.: A Review of Machine Learning Applications in Wildfire Science and Management. Environmental Reviews, 28(4), pp. 478–505 (2020). Doi: 10.1139/er-2020-0019.
8. Merino, L., Caballero, F., Martínez-de-Dios, J.R.: An Unmanned Aircraft System for Automatic Forest Fire Monitoring and Measurement. Journal of Intelligent and Robotic Systems, 65(1-4), pp. 533–548 (2012). Doi: 10.1007/s10846-011-9560-x.
9. Liu, Y., Wu, L.: Geological Disaster Recognition on Optical Remote Sensing Images Using Deep Learning. Procedia Computer Science, 91, pp. 566–575 (2016). Doi: 10.1016/ j.procs.2016.07.144.
10. Jolly, W.M., Cochrane, M.A., Freeborn, P.H.: Climate-Induced Variations in Global Wildfire Danger. Nature Communications, 6, pp. 7537 (2015). Doi: 10.1038/ncomms8537.
11. Johnston, J.M., Wooster, M.J., Lynham, T.J.: Development of a Satellite-Based Fire Detection System. Remote Sensing of Environment, 206, pp. 340–352 (2018). Doi: 10.1016/j.rse.2017.12.027.
12. Russell, S., Norvig, P.: Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th Ed.). Pearson (2021). Doi: 10.1017/9781108574373.
13. Adamopoulou, E., Moussiades, L.: Chatbots: History, Technology, and Applications. (2020). Doi: 10.3390/make2010014.
14. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A.: Deep Learning. MIT Press (2016). Doi: 10.5555/3086952.
15. Haykin, S.: Neural Networks and Learning Machines. (2009). Doi: 10.1109/TNN.2009.2024210.
16. LeCun, Y., Bengio, Y., Hinton, G.: Deep Learning. Nature (2015). Doi: 10.1038/nature14539.
17. Jurafsky, D., Martin, J.: Speech and Language Processing. (2021). Doi: 10.48550/arXiv.2109.03314.
18. Biørn-Hansen, A., Grønli, T.M., Ghinea, G.: An Empirical Study of Cross-Platform Mobile Development Using Flutter. (2020). Doi: 10.1145/3387905.3388596.