

SISTEMA DE PREDICCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES

Julio Castillo, Marina Cardenas, Nicolás Hernández, Martín Gramática, Diego Serrano
Laboratorio de Investigación de Software/Dpto. Ingeniería en Sistemas de Información/Facultad
Regional Córdoba/Universidad Tecnológica Nacional
{dr.jotacastillo, ing.marinacardenas, damiannicolas05, martingra, diegojserrano}@gmail.com

RESUMEN

En este artículo se describen las líneas de investigación relacionadas con el proyecto “Modelos de pronósticos para la detección de incendios forestales - Fase 2”, las cuales abarcan las siguientes áreas de conocimiento como, inteligencia artificial y aprendizaje supervisado, desarrollo de sistemas web, desarrollo de aplicaciones móviles, integración con sistemas de información geográfica (GIS). El presente proyecto inició con el desarrollo de un sistema de aprendizaje supervisado [1], el cual tuvo como resultado la creación de un modelo que permite predecir la ocurrencia de incendios forestales, mediante la utilización de ciertas variables climáticas. Estos datos son obtenidos por un sistema web que permite la recopilación y tratamiento de datos meteorológicos, para ser utilizados por el modelo de predicción. Tanto el modelo de predicción como el sistema de administración de datos meteorológicos, tiene por objetivo brindar apoyo al Plan Provincial de Manejo del Fuego de la Secretaría de Gestión de Riesgo y Catástrofes del Gobierno de la Provincia de Córdoba.

Palabras clave: Modelos de predicción, aprendizaje supervisado, IA, desarrollo web, incendios forestales, FWI, recolección automática, web scraping, WCF, GIS, Bing Maps, datos meteorológicos.

CONTEXTO

El presente proyecto se encuentra homologado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología dependiente de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), con código de proyecto: SITBCO0008196TC, el cual es llevado a cabo en el Laboratorio de

Investigación de Software (LIS)¹ del Dpto. de Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba (UTN - FRC).

Para dar soporte en la investigación de estas áreas de conocimiento, se formalizó la creación de un grupo de investigación nombrado Grupo de Aprendizaje Automático, Lenguajes y Autómatas (GA²LA) [2], el mismo tiene por objetivo el aprendizaje y aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en problemas reales, y articular diversos proyectos dentro de las líneas de investigación de teoría de autómatas y lenguajes, IA, desarrollo de sistemas de información.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los fenómenos climáticos que causan mayor impacto en el medio ambiente y genera mayores pérdidas y contaminación, son los incendios forestales [3][4]. Actualmente han aumentado ya que se producen las condiciones propicias debido a la contaminación ambiental [5][6].

El desarrollo de este proyecto se inició hace más de 10 años atrás y se encuentra enmarcado dentro del grupo GA²LA en el Laboratorio de Investigación de Software de la UTN-FRC para adquirir conocimientos en sistemas de aprendizaje supervisado y brindar una herramienta que ayude a combatir focos de incendios forestales a través de la detección temprana de los mismos. Conforme el proyecto fue avanzando, surgió la necesidad de contar con información meteorológica actualizada para poder realizar las predicciones de focos ígneos, para lo cual se desarrollaron módulos que permiten

¹ www.investigacion.frc.utn.edu.ar/mslabs/

recolectar, de manera automática, la información meteorológica de diferentes sitios web que es procesada y transformada para alimentar el modelo de predicción y en la confección de los índices necesarios para poder crear el FWI (Fire Weather Canadian Forest o Índice Canadiense de Incendios Forestales) [7]. Toda esta información puede ser visualizada de diferentes formas, tales como informes, estadísticas y mapas digitales.

A continuación se describen los subsistemas que se desarrollaron para dar soporte en el desarrollo del proyecto:

1.1. Subsistema de Entrenamiento y Predicción

Este sistema tiene por objetivo predecir la ocurrencia de focos de incendios forestales para así poder alertar de manera temprana a la población para evitar o minimizar las pérdidas de vidas, económicas y ecológicas.

Este subsistema se muestra en la figura 1 y se divide en dos partes, la primera es la etapa de entrenamiento, donde se utilizan registros para crear un modelo matemático /computacional. La segunda parte toma el modelo producido y, mediante el ingreso de nuevos registros, se pueden inferir nuevas ocurrencias de siniestros.

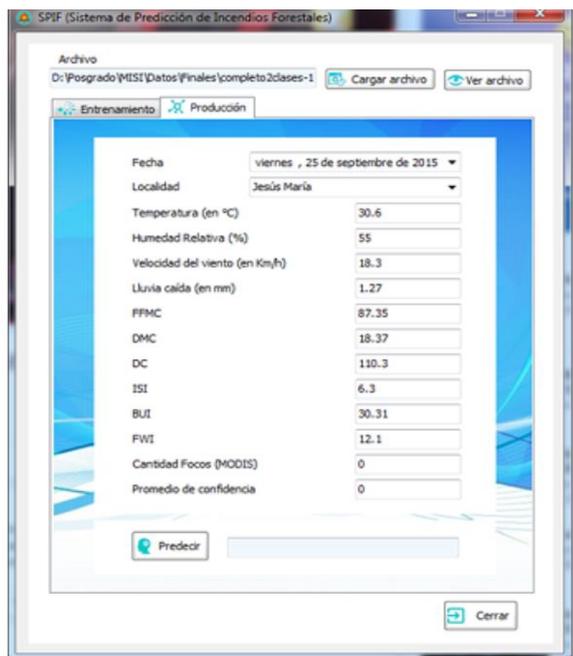


Fig 1. Subsistema de predicción

1.2. Subsistema de Recopilación de Información

Este subsistema, que se muestra en la figura 2, tiene por objetivo la administración de los datos meteorológicos [8] para alimentar el subsistema de entrenamiento y predicción antes mencionado, también permite visualizar datos de predicciones, siniestros, mediciones e índices. Este sistema está orientado a web, por lo que se desarrolló con las tecnologías ASP.Net y C# que se incluyen en la plataforma de Microsoft.

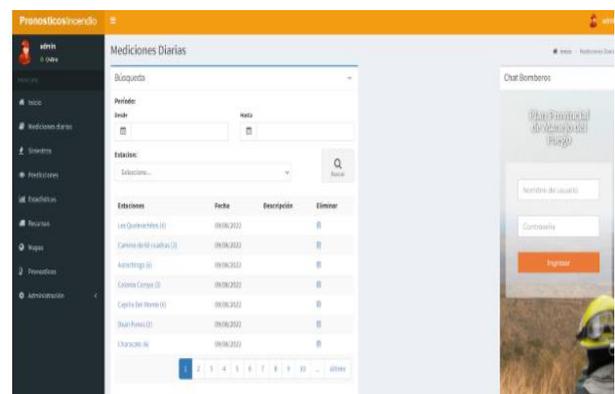


Fig 2. Subsistema de Recopilación de Información

1.3. Subsistema Chat

Este subsistema permite establecer la comunicación entre el testigo presencial (es quien, ante una ocurrencia de un principio de incendio o un incendio forestal, da aviso) y el cuartel de bomberos para lograr que se combata el fuego de manera efectiva y eficiente. Este chat está en desarrollo mediante la tecnología provista por Microsoft, SignalR que se encarga de abstraer al programador de los protocolos de comunicación, permitiendo una comunicación en tiempo real.

1.4. Subsistema Twitter

Este subsistema es una alternativa de comunicación al subsistema Chat, que utiliza la popular red social twitter para que los testigos presenciales, puedan dar aviso. Este subsistema cuenta con la particularidad de que se implementó la detección de falsos positivos, mediante un sistema de palabras claves para filtrar aquellos mensajes que no están dando una alerta sobre un incendio.

1.5. Subsistema de Recolección Automática de Información Meteorológica

Este sistema recolecta la información automáticamente de diversos orígenes de datos web [8], tales como:

- Servicio Meteorológico Nacional².
- WunderGround³.
- Freemeteo⁴.
- Ventusky⁵.
- Base de Datos del Observatorio Hidrometeorológico de la Provincia de Córdoba⁶.

Dichas fuentes presentan los datos de distintas maneras, por lo que se utilizaron técnicas como el procesamiento de archivos XML y JSON, que son conocidos formatos para el intercambio de datos, y en otros casos se aplicó la técnica de web scraping a través de la implementación de un servicio web con la tecnología WCF de Microsoft. Dado que los datos meteorológicos deben ser medidos en ciertos horarios, se posibilitó la programación de alarmas en los horarios relevantes y se permite la modificación, si cambian los requerimientos de las mediciones.

1.6. Subsistema de Mapas Digitales Interactivos

Este subsistema permite visualizar la información en mapas digitales, incorporando información espacial a los datos que ya disponemos. Para poder realizar esto, se utilizó Bings Maps como proveedor de mapas digitales y, a través de la API, mediante las tecnologías de JavaScript, GeoJSON, ASP.Net se definieron cuatro opciones de mapas electrónicos: mapas de predicciones, de índices de riesgo, de siniestros y por último de mediciones meteorológicas.

Este subsistema provee información visual acerca de los datos recolectados por el Subsistema de Recolección Automática de Información Meteorológica y su visualización

se basa en un cálculo de índices de riesgo propios de cada estación meteorológica y son calculados en base a la información meteorológica.

2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Como se menciona anteriormente, este proyecto inicia con la línea de investigación de aprendizaje supervisado, que tiene por objetivo que una computadora, en base a datos de entrenamiento y algoritmos, aprenda a inferir la ocurrencia de un evento, en este caso focos de incendio forestales. Dicho proyecto es la continuación de un proyecto previo, también homologado en UTN denominado “Modelos de pronósticos para la detección de incendios forestales”. Se ha continuado trabajando sobre los resultados obtenidos del proyecto anterior, lo cual se puede ver reflejados en los diferentes subsistemas descritos en la sección anterior.

El proyecto involucra las áreas conocimientos de inteligencia artificial, en particular aquellos relacionados con aprendizaje automático por computadoras de tipo supervisado, a la vez que involucra la construcción de modelos de pronósticos. Se trata de un problema complejo y no lineal, el cual se ve afectado en gran medida por la mano del hombre, puesto que la mayor parte de los incendios son intencionales.

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

Como resultados obtenidos se menciona que se logró el desarrollo e integración de varios subsistemas, que ahora conforman un sistema de administración de datos, que se encarga de la recolección de forma automática de datos meteorológicos, creación de índices de riesgo de incendios,

² <https://www.smn.gob.ar/>

³ <https://www.wunderground.com/>

⁴ <https://freemeteo.com.ar/>

⁵ <https://www.ventusky.com/>

⁶ <https://bdhm.ohmc.ar/>

gestión de predicciones y siniestros. Este sistema brinda soporte al modelo de predicción al proporcionar datos de entrenamiento y de prueba, además brinda diferentes opciones para la visualización de la información, mediante estadísticas, informes y mapas digitales.

Por último se espera poder mejorar los modelos de predicción mediante la integración con sistemas GIS y la incorporación de datos satelitales mediante la incorporación de tecnologías como Google Engine.

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

El equipo de investigación y desarrollo de software está formado principalmente por docentes investigadores de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba. Además, anualmente se incorporan al proyecto, becarios alumnos, y eventualmente un becario de posgrado.

El presente proyecto ha servido como marco para la realización de un tesis de maestría por parte de la ingeniera Marina Cardenas, la realización de una tesis de especialidad por parte del ingeniero Nicolás Hernández, y también permitió que estudiantes realizaran sus prácticas supervisadas con el objetivo de completar sus estudios.

6. BIBLIOGRAFÍA

[1] Cardenas M., Medel R., Castillo J., Vázquez J. y Casco O. (2015) Modelos de aprendizaje supervisados: aplicaciones para la predicción de incendios forestales en la provincia de Córdoba. XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Salta, Argentina.

[2] Vázquez J., Castillo J., Constable L., y Cardenas M. (2018) GA²LA: Grupo de

Aprendizaje Automático, Lenguajes y Autómatas. XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2018, Universidad Nacional del Nordeste).

[3] Calderón M., Gavarrete G. y Guzmán Navarrete R.(2013). La prevención y manejo de desastres ambientales que afectan el medio ambiente, el patrimonio y la vida de los salvadoreños. Tesis de Licenciatura. Universidad de El Salvador.

[4] Cruz, A. (2005) Causa calentamiento global desastres. Diario: El Universal. México; 2005, septiembre 14.

[5] Sanchez S., Zanvetto R., Grilli M. y Ravelo A. (2021) Impacto de la sequía en los incendios forestales en las Sierras de Córdoba, Argentina; Asociación Argentina de Agrometeorología; Revista Argentina de Agrometeorología; 12; 9-2021; 37-45.

[6] Luna C., Fontana, M., Kurtz, D. y Saucedo G. (2022) Estado de situación de daños por incendios forestales registrados en Argentina. *Innova Biology Sciences*, 2(1), 23–40.

[7] Lawson B. y Armitage O. (2008) Weather Guide for the Canadian forest fire danger rating system. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Northern Forestry Center. Edmonton, Canadá.

[8] Cardenas M., Castillo J., Medel R., Casco O., Navarro M., Gutierrez S. y Curti A. (2016) Sistema de Predicción de Incendios Forestales para la Provincia de Córdoba. CONAIISI 2016.

[9] Cardenas M., Hernandez N., Navarro Mugas M. y Castillo J.. (2019) Herramientas de Recolección, Visualización y Análisis de Incendios Forestales, 7mo CONAIISI. 14-15 de Nov. de 2019 en la Universidad Nacional de La Matanza – San Justo, Buenos Aires, Argentina.