

USO DE PLATAFORMAS AEROESPACIALES EN CONTINGENCIAS NACIONALES POR FENÓMENOS NATURALES

Anaid Galicia García, Adriana Colinabarranco Cancino, Darianna Rubio López, Francisco Javier Bautista Clemente y Juan Gabriel López Hernández

Introducción

El territorio de los Estados Unidos Mexicanos siempre se encuentra sujeto a una gran variedad de fenómenos naturales que pueden desencadenar desastres, como por ejemplo huracanes, tsunamis, erupciones volcánicas, sequías, inundaciones, entre otros; es por eso que actualmente se buscan nuevas estrategias de monitoreo, utilizando plataformas aeroespaciales para dar soluciones a las contingencias nacionales por diferentes fenómenos naturales.

En el área aeroespacial, se busca desarrollar nuevas técnicas para poder medir, registrar, censar y procesar señales relacionadas con los parámetros físicos de los fenómenos naturales. En este sentido, el presente documento propone utilizar las diferentes plataformas aeroespaciales existentes para desarrollar e implementar nuevos algoritmos y metodologías para su aplicación en el monitoreo de zonas nacionales con alta vulnerabilidad por los diferentes fenómenos naturales, para luego poder implementar los resultados en la actualización de los sistemas de alerta temprana.

Monitoreo ambiental en la Ciudad de México.

El antecedente del monitoreo de la calidad del aire en la Ciudad de México por instituciones de gobierno, data de agosto de 1967, con la puesta en servicio de la Red Panamericana de Muestreo Normalizado que operó en todo el territorio Mexicano. Dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) se instalaron cuatro estaciones manuales para determinar polvo sedimentable y su acidez.

En 1973 se inicia la transformación del sistema de mediciones manuales por mediciones automáticas continuas y en tiempo real, con recepción de datos en una base de control central. La instalación concluyó en 1974 y se denominó Red Computarizada Automática de Monitoreo Atmosférico. Las estaciones podían medir las concentraciones de los contaminantes, criterios y parámetros meteorológicos de dirección y velocidad del viento, temperatura ambiente y humedad relativa. Sin

Investigación Espacial

embargo, la información generada no fue del todo confiable. Este sistema operó hasta el año de 1980, fecha en que las autoridades decidieron reemplazarlo por uno más moderno y confiable, con mayores ventajas y facilidades para su operación.

En el año de 1984 comenzó la integración de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA) de la ZMVM, que quedó terminada e inició su operación en octubre de 1986. A partir de esta fecha se tiene una base de datos consistente y confiable. En particular, los incendios forestales, sequías y contaminación del aire presentan ciertas problemáticas que a continuación se describen.

Deforestación

Los incendios son una de las causas de la mortalidad de los árboles, convirtiéndose a la vez en el factor de la degradación y deforestación. Más del 90% de los incendios son ocasionados por actividades humanas, mientras que el otro 10% se debe a causas naturales. Del 1º de enero al 23 de mayo de 2013, se registraron 8,955 incendios forestales en las 32 entidades del país, afectando una superficie de 246,350.2 hectáreas; de esta superficie, 55.7% correspondieron a áreas herbáceas, 36.9% a vegetación arbustiva y 7.4% áreas arboladas. En el mes de mayo de 2013, la entidad con mayor número de incendios fue el estado de México con 2,298; respecto a la superficie afectada, el estado de Jalisco registró el mayor número de hectáreas con 30,579; Oaxaca se ubica en el octavo lugar en cuanto al número de incendios y segundo en cuanto a superficie afectada.

En junio del 2015, se presentó un incendio forestal en la Sierra de Juárez en Baja California donde se registraron aproximadamente 13,000 hectáreas de superficie afectada, de las cuales al menos 100 hectáreas eran de pinos con más de 100 años de antigüedad. Debido a las condiciones meteorológicas que se presentaban en el momento del siniestro, éste prevaleció por casi una semana.

De estos incendios forestales se derivan en gran medida otro tipo de problemas que afectan al medio ambiente así como a la población; la erosión, escases de agua en los mantos acuíferos entre otros.

Cambios en la flora y fauna

Estos fenómenos producen cambios en los rasgos físicos y químicos del ambiente; por ejemplo, el contenido de muchos nutrimentos aumenta por la liberación de cenizas durante la combustión; sin embargo, con temperaturas tan altas, el nitrógeno

Investigación Espacial

y la materia orgánica se volatilizan, del mismo modo puede cambiar la acidez del suelo en ambos sentidos, haciéndolo más ácido o más alcalino; por otro lado, al quemarse la cubierta vegetal hay mayor incidencia de radiación solar, lo que provoca un drástico incremento de temperatura al nivel del suelo, aumenta la velocidad viento y disminuye la humedad. Las plantas sufren dos tipos de daños por efecto del fuego: los directos, asociados con la desnaturalización de proteínas y la alteración en la movilidad de los lípidos, y los indirectos, que se derivan de los efectos del calor sobre el metabolismo. La posibilidad de que una planta muera depende del grado del daño, ya que su crecimiento modular les permite regenerarse solamente cuando algunos de sus módulos no están quemados. Los animales, a diferencia de las plantas, no resisten las elevadas temperaturas que se experimentan durante un incendio, pues además del daño que sufren sus órganos, la inhalación de humo dificulta su respiración y pueden morir por asfixia. Estos fenómenos provocan diversos daños en los ecosistemas del territorio nacional, como la destrucción de madera, el aumento de zonas erosionadas que limitan la infiltración de agua al subsuelo, la destrucción del hábitat de la fauna silvestre, y la generación de contaminación. Asimismo, conllevan efectos negativos económicos y sociales; como lo serian daños a la industria agropecuaria, y el deslave de zonas inclinadas en las que se a presentado un incendio lo que llegaría a poner en riesgo vidas civiles.

Contaminación del aire

Recientes estudios han revelado que los incendios forestales han participado de manera muy activa en la emanación de gases a la atmósfera, siendo el principal el bióxido de carbono, que es un gas de efecto invernadero y contribuye el calentamiento global de la tierra. En 1998, con el fenómeno de “El Niño” el problema de los incendios forestales se agudizó a nivel mundial. Una de las zonas más afectadas fue el Sureste Asiático donde se presentaron incendios sin precedentes que emitieron toneladas de partículas suspendidas a la atmósfera causando graves daños a la salud. El problema de los incendios forestales en México y en el mundo, está directamente relacionado con las condiciones atmosféricas en aquellos países que cuentan con una temporada de estiaje bien definida, y con las causas que los originan en las áreas forestales (SEMARNAT, 2000).

Investigación Espacial

A principios del 2014, el estudio “Global Burden of Disease” advirtió que la contaminación del aire por material particulado se ha convertido en la segunda causa de muerte entre los recién nacidos y la séptima para todas las edades. Especialistas en salud han encontrado que el bajo peso al nacer está relacionado con la mala calidad del aire.

Planteamiento

Dependiendo de la relación del ser humano con la naturaleza, los fenómenos naturales pueden ocasionar grandes beneficios a la humanidad o destrucción en la infraestructura social, económica y cambios en los ecosistemas. Investigadores de todo el mundo se esfuerzan en desarrollar métodos o sistemas que ayuden a predecir en dónde se presentarán a fin de minimizar los daños que causan.

La capacidad de los países para hacer frente a los desastres está acorde al grado del conocimiento científico de los fenómenos naturales, por lo que la ciencia es fundamental para minimizar pérdidas ambientales, humanas, económicas, sociales y para reducir la vulnerabilidad de las comunidades propensas a los desastres.

Las condiciones de pobreza agrava las pérdidas humanas y sociales, el impacto de los desastres afecta la economía, la industria, la agricultura, la salud y la educación, por lo que las estrategias e iniciativas apropiadas para reducir los desastres, en el ámbito nacional e internacional, pueden fortalecer la posibilidad de reducir o de mitigar las pérdidas humanas, económicas y sociales causadas por los desastres y, de esa manera, facilitar un crecimiento sostenido.

Para llevar a cabo una reducción de desastres es necesario políticas de estado, programas y medidas diseñadas a prevenir, evitar o minimizar el impacto de los peligros naturales y los desastres ambientales y tecnológicos relacionados con los fenómenos naturales. El gobierno federal requiere de políticas concretas para reducir los desastres.

El combate a la pobreza no toma en cuenta la reducción del riesgo y de la vulnerabilidad por fenómenos naturales. Pues en muchas ocasiones familias enteras pierden su patrimonio y gran parte de infraestructura, agricultura e industria se ve afectada a causa de algún fenómeno natural a lo cual se debe destinar una gran inversión para recuperar las zonas dañadas. Se necesitan estrategias para mejorar la protección social de las comunidades vulnerables si se desean alcanzar

Investigación Espacial

los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

El Monitoreo de Sistemas de Alerta Temprana (SAT) en México es primordial para realizar una óptima toma de decisiones y responder ante los diferentes fenómenos, con la finalidad de minimizar las pérdidas humanas y económicas. Puesto que a pesar de que instituciones y organismos gubernamentales destinan recursos para la prevención y atención de desastres estos no han sido suficientes y se requiere una mayor comprensión e investigación del tema.

El desarrollo de una estructura para su implementación en sistemas de alerta temprana puede ser utilizado y modificado para el monitoreo de heladas, granizadas, sequías o inundaciones que afecten los cultivos; además, se fortalecerá la conservación de reservas ecológicas y gestión del medio ambiente. Además de reducir el impacto social y económico de estas.

Los sistemas de alerta temprana de cualquier fenómeno natural contienen cuatro eslabones: **a)** Monitoreo del fenómeno natural por medio de diferentes instrumentos tanto virtuales como físicos, **b)** Estudio del fenómeno natural, **c)** Emisión de boletines por parte de las autoridades correspondientes (ya sean nacionales e internacionales) y **d)** Cultura de protección civil por parte de la sociedad. Los puntos (a) y (b) corresponden a las instituciones de investigación.

Basado en estos eslabones, la presente propuesta se enfocará al punto (a) con una estructura instrumental multicanal con elementos de hardware y software; donde el hardware consta de sistemas multicanales, así como de interconexión entre un controlador inteligente que gestiona el funcionamiento del sistema y por otro lado, mediante software, el desarrollo de la interfaz gráfica y de usuario. La fusión entre el sistema inteligente que relaciona la instrumentación física y virtual implica la adquisición de datos, imágenes y señales, así como el procesamiento, reconocimiento, clasificación, distribución y despliegue de los datos e información, interfaz gráfica hombre-máquina, visualización, monitoreo y envío de mensajes.

Este sistema propuesto se basa en cuatro etapas: **1)** la adquisición de señales mediante diferentes sensores, **2)** etapa de procesamiento, reconocimiento, clasificación y toma de decisiones de alerta temprana, **3)** etapa de interfaz virtual desarrollada para la visualización, monitoreo y supervisión en base terrestre y **4)** etapa de interfaz de usuario para el envío y recepción de los mensajes a las autoridades correspondientes, mediante un sitio web y una aplicación para dispositivos móviles (teléfonos inteligentes).

Investigación Espacial

Como ejemplos para la implementación de una estructura instrumental virtual en los sistemas de alerta temprana se monitorearán incendios forestales, huracanes, sequías, entre otros.

Entre las herramientas para el monitoreo de los fenómenos naturales se utilizarán las diferentes plataformas aeroespaciales existentes.

Pertinencia

El monitoreo de un fenómeno natural así como los pronósticos son áreas desafiantes en la investigación, donde se buscan nuevas técnicas y tecnologías dentro del campo de la ciencia y tecnología para dar una adecuación de los actuales sistemas de alerta temprana, así como su mejor funcionamiento y mayor certeza de pronósticos.

Este trabajo de investigación presenta la propuesta para desarrollar una estructura instrumental multicanal para el monitoreo ambiental aeroespacial en zonas nacionales de alta vulnerabilidad así como su implementación en la actualización de los sistemas de alerta temprana. El desarrollo instrumental multicanal se basa principalmente en la integración de paradigmas de la inteligencia artificial desarrollados en estructuras electrónicas. Esta integración permite armar topologías de hardware simple con un complejo sistema de arquitectura inteligente, gracias a los esquemas de procesamiento que crean numerosas conexiones virtuales y que permiten hacer el reconocimiento y clasificación de datos, señales e imágenes que serán adquiridas mediante diferentes sensores (entre ellos los ópticos y los electromagnéticos); la etapa de interfaz virtual se desarrollará en java para la visualización, monitoreo y supervisión en base terrestre y, por último, la etapa de interfaz de usuario para el envío y recepción de los mensajes de alerta temprana mediante un sitio web y una aplicación para dispositivos móviles, dando una actualización innovadora a los sistemas de alerta temprana a nivel mundial.

El objetivo principal de este trabajo es el desarrollo e implementación de una estructura instrumental virtual con paradigmas de inteligencia artificial, desarrollada en estructuras electrónicas para el monitoreo de fenómenos naturales, integrada a un modelo de análisis de información aeroespacial, aplicado a los sistemas de alerta temprana (figura 1).

Investigación Espacial

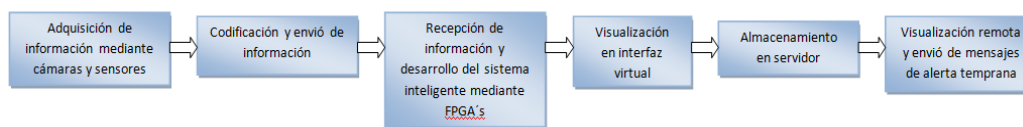


Fig. 1 Propuesta general de una estructura instrumental para un sistema de mensajes de alerta temprana mediante el monitoreo y reconocimiento aeroespacial.

La integración de la estructura instrumental virtual basado en :

1. Adquisición de la información aeroespacial del fenómeno natural.
2. Procesamiento de la información aeroespacial del fenómeno natural.
3. Desarrollo instrumental de paradigmas de la inteligencia artificial en estructuras electrónicas.
4. Elaboración de una interfaz de la instrumentación física y virtual.
5. Diseño de un sitio web de la instrumentación virtual.
6. Desarrollo de la aplicación para dispositivos móviles para la visualización del sistema de alerta temprana.

Este trabajo presenta una nueva propuesta de interfaz de la instrumentación física y virtual con elementos de hardware y software para el monitoreo de fenómenos naturales aplicados a los sistemas de alerta temprana.

La innovación de este propuesta es la integración de una nueva estructura instrumental virtual basada en un sistema electrónico con circuitos digitales de alta velocidad programable en arreglos y puertos paralelos. Esta integración permite armar topologías de hardware simple con un complejo sistema de arquitectura inteligente, gracias a los esquemas de procesamiento que crean numerosas conexiones virtuales y que permiten hacer el reconocimiento y clasificación de datos, señales e imágenes que serán adquiridas mediante diferentes sensores.

La construcción de la estructura instrumental virtual basada en los sistemas inteligentes busca lograr:

- Ofrecer nuevos paradigmas de instrumentación virtual a los sistemas de alerta temprana
- Plantear un nuevo sistema instrumental virtual con elementos de hardware y software aplicado a las contingencias nacionales por fenómenos naturales como son erupciones volcánicas, huracanes, tornados, sequias, lluvias extremas, inundaciones, tsunamis, entre otros.

Investigación Espacial

- Contribuir a la investigación y estudios especializados en aplicaciones con nuevas técnicas, en el diagnóstico de los fenómenos naturales tanto nacionales como internacionales

Conclusiones

Diferentes métodos se han utilizado en el monitoreo y alerta temprana. Técnicas basadas en imágenes satelitales adquiridas en diferentes bandas espectrales.

Otro método utilizado es la estimación de riesgo forestal basada en variables climatológicas y/o meteorológicas.

Lo que se propone en esta propuesta es el diseño y desarrollo de una estructura instrumental multicanal para el monitoreo de fenómenos naturales basado en sistemas electrónicos y la implementación de las plataformas aeroespaciales para el monitoreo de diferentes fenómenos naturales.

La implementación de la inteligencia artificial es una forma de optimizar y economizar los sistemas, debido a que estos dispositivos se pueden programar y volver a programar buscando que el diseño del sistema sea el requerido por el usuario, de acuerdo a sus necesidades de tamaño, velocidad y precio.

Estos dispositivos pueden ser programados a partir de lenguajes de programación de hardware.

Los sistemas inteligentes buscan aprovechar las ventajas de los paradigmas de la inteligencia artificial. Por ejemplo, en el campo de la instrumentación se ha permitido construir sistemas de control flexibles y adaptables a los diferentes tipos de trabajo, presentando resultados y rendimiento óptimo, con lo cual se observan diferentes ventajas con respecto a lo que se logra con los controladores convencionales. Esta es una razón muy importante por la que se han convertido en objeto de análisis y discusión dentro del área de instrumentación virtual, sensado y control, recibiendo una considerable atención en los temas de ingeniería eléctrica en instrumentos automáticos.

Utilizando los sistemas inteligentes se pueden desarrollar e implementar técnicas y métodos de diagnóstico para la detección oportuna del nivel de riesgo de un incendio forestal o monitorear el nivel de sequedad de la masa vegetal y el estado de las variables meteorológicas.

Muchas investigaciones se enfocan en el uso de la inteligencia artificial como medio de control y procesamiento de señales en la industria, por ejemplo, para medir la

Investigación Espacial

calidad del agua o en la industria de la cerámica, es decir, representar plantas complejas y auxiliares en la construcción de controladores avanzados; sin embargo se tiene poca información sobre la creación de instrumentos virtuales basados en sistemas inteligentes, integrando software especializado de reconocimiento en el campo de los incendios forestales. De igual manera la lógica difusa se utiliza como medio de control y automatización de procesos en la industria, como por ejemplo en la elaboración de lavadoras inteligentes, control de motores, edificios inteligentes, entre otros.

Sin embargo hasta ahora la implementación de los sistemas inteligentes ha tenido pocas aplicaciones siendo un campo prometedor, ya que éstos aprovechan las ventajas de estas estructuras, que permite disminuir las vulnerabilidades de las mismas que existen al funcionar independientemente, haciendo al sistema más robusto y eficiente.

Los Sistemas de Alerta Temprana (**SAT**) están siendo reconocidos en los más altos niveles políticos como una herramienta para reducir los desastres. La Organización Meteorológica Mundial (**OMM**) ha informado que más del 70% de los países requiere desarrollar y fortalecer capacidades básicas como redes de observación hidrometeorológicas, sistemas de pronóstico y sistemas de comunicación para asegurar el establecimiento de SAT efectivos. La OMM está trabajando sistemáticamente para asistir a los países en el desarrollo de sus SAT.

La aplicación y utilización de equipos e instrumentos para un **SAT** dependerá de las características y particularidades de los eventos o amenazas, de su ubicación geográfica y de los recursos disponibles. En caso de sistemas automatizados, se utilizan instrumentos como satélites, sensores remotos, redes telemétricas y otros que permiten transmitir información directa desde los equipos de medición hasta los centros de análisis y de toma de decisión.

Entre las amenazas o eventos más comunes a los cuales se aplican **SAT** para México y América Latina, son las inundaciones, deslizamientos de tierra, huracanes, volcanes, sismos, tsunamis, incendios forestales, fenómeno del niño y la niña, entre otros.

En el caso de incendios forestales, se pueden utilizar técnicas del reconocimiento de patrones para poder localizar las áreas propensas a incendiarse, mediante el uso de imágenes digitales aéreas; esto partiendo del hecho de que una imagen digital es una matriz, donde cada pixel está representado por número específico. Después

Investigación Espacial

de haberse encontrado el rango de valores de intensidad del pixel que indique que es una zona propensa a incendios forestales, se puede implementar un algoritmo que analice toda la matriz y localice los lugares que están dentro de este rango, y así localizar las zonas de interés.

De lo anterior, se podría encontrar un patrón temporal que indique en qué momento y en qué zona podría suceder un incendio forestal; esto basándose en la información extraída de las imágenes de tiempo pasados. Con esto, se podrían aproximar los daños que ocasionarían los posibles incendios, y si es posible, llevar a cabo las acciones necesarias para minimizarlos y controlarlos.

Estudio de los fenómenos naturales:

Darianna Rubio López, Francisco Javier Bautista Clemente y Juan Gabriel López Hernández

Interfaz gráfica, visualización virtual, páginas web: Anaid Galicia García y Adriana Colinabarranco Cancino

Referencias

Anil K. Maini, Varsha Agrawal. "Satellite Technology, Principles and Applications", Editorial John Wiley & Solutions, Ltd, England 2007, pp. 686

N. M. Botros and M. Abdul-Aziz, "Hardware implementation of an artificial neural network using field programmable gate arrays (FPGA's)", IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 41, no. 6, pp. 665-667, Dec. 1994.

J. R. Jang, "Neuro-fuzzy and soft computing: a computational approach to learning and machine intelligence", Prentice-Hall, ISBN 0-13-26-1066-3, Upper Saddle River, New Jersey. 07458, 1997, pp. 335-339.

Baidyk T., Kussul E., "Redes Neuronales, visión computacional y micromecánica", Editorial Itaca UNAM, México, 2009, pp. 157.

Maren A. J., Craig T. H., Pap. R. M., "Handbook of Neural Computing Applications", Editorial Academic Press, USA, 1990.

Manish Agarwal, "Fuzzy Logic Control of Washing Machines", Department of Mechanical Engineering, Indian Institute of Technology, Kharagpur 721302, India.

Red Automática de Monitoreo Atmosférico. Consultado 7 de abril de 2014

<http://www.calidadaire.df.gob.mx/calidadaire/index.php>