

Yangın Riski Taşıyan Açık Alanlar İçin CBS Tabanlı, Bulut Altyapılı, Yüksek Hassasiyetli, Nanofotonik Erken Yangın Tespit Sistemi Tasarımı ve Uygulaması

ÖZET

Ormanlar, tersaneler, yanıcı veya patlayıcı madde içeren fabrikalar gibi yangın tehlikesi bulunan bölgeler yangın potansiyeli bakımından benzerlik göstermektedirler. Bu tür yangın olaylarının sonuçları afet ölçeğinde olabilmektedir. Bu yüzden yangının erken tespiti, kaynağı ve yayılım hızının belirlenmesi, yangınların felaket olmasını önlemek için hayati öneme sahiptir. Türkiye tarihinde orman, kuş cenneti, tersane gibi yangın riski taşıyan açık alanlarda birçok yangın felaketi yaşanmış ve maddi manevi kayıplar yaşanmıştır. Örneğin, Uluslararası Ramsar Sözleşmesi ile koruma altında bulunan Mersin'in Silifke ilçesindeki Göksu Deltası'nda bir çok bitki ve hayvan türü yaşamaktadır, ancak 22 Ocak 2017 tarihinde bilinmeyen bir nedenle bu deltada bir yangın meydana gelmiştir. İhbar üzerine bölgeye itfaiye ekipleri sevk edilsede arazi şartlarının uygun olmaması nedeniyle yangına müdahale edilememiş ve sonuç olarak yangın kısa zamanda önemli ölçüde doğal hayata zarar vermiştir. Bundan dolayı yangında saniyeler çok önemlidir, bu tür geciken müdahaleler felakete sebebiyet verebilmektedir.

Bu çalışmada yangın riski taşıyan alanlar için kablosuz sensör ağları ile entegre olan, kızılötesi ışınlara yüksek hassasiyetli nanofotonik detektörler kullanarak olası yangını başlangıç aşamasında algılayabilen, CBS tabanlı erken yangın tespit sistemi önerilmiştir. Geliştirilen sistem, detektörlerin algılama alanlarının superpozisyon yöntemi ile ateş kaynağını yaklaşık 4 metrelik mekansal çözünürlüğe kadar saniyeler içinde bulabilmektedir. Kablosuz detektörler, riskli bölgelerde ortaya çıkan yangın alarm bilgisini alır ve internet (bulut) aracılığıyla bir kablosuz ağ üzerinden yangın operatörlerine iletilir. Yangının tüm davranışları FireAnalyst adlı interaktif bir görsel harita üzerinde izlenebilir. Ayrıca FireAnalyst, en yakın itfaiye istasyonlarını yangın kaynağına göre listelemesi, bu istasyonlara görsel rotalar çizmesi ve gerçek zamanlı Google trafik bilgilerine göre itfaiye arabalarının yangın yerlerine ulaşma zamanını tahmin etmesi gibi bazı yararlı CBS özellikleri içerir.

Günümüzde kullanılan diğer yangın tespit sistemlerine kıyasla bu çalışma yangının saniyeler içinde algılanışı, kaynak konumun superpozisyon yöntemiyle tespiti, yayılma hızının saptanması, yangının yayılma yönü ve bulut altyapılı-gerçek zamanlı mobil alarm izleme mekanizması gibi yeni nesil özellikleri barındırır. Poligon geometrisinin superpozisyonu ile yangının enlem ve boylam değerlerinin tahmin yöntemi, ilgili çalışmalara göre dünyada ilk kez gerçekleştirilmiştir.

Önerilen sistem "Faruk Yalçın Hayvanat Bahçesi ve Botanik Parkı, Darıca, Türkiye'de" uygulanmıştır. Deneysel sonuçlar, FireAnalyst ve "içe dönük" geometri tipi kullanılarak konumlandırılan çok spektrumlu kızılötesi dedektörler ile yangın izlemesinin, diğer yangın izleme sistemlerine göre daha efektif olduğunu göstermiştir. Sistemin gerçek zamanlı yangın davranış analizi (yangın yayılma hızı, yayılma yönü) gibi işlevleri barındırmasıyla beraber, yangının coğrafi konumunun tespit edilmesinde yangın algılama süresini önemli ölçüde kısaltarak minimum ~ 3599.56 m2 ormanlık alanda yüksek mekansal çözünürlük (4.5 m'ye kadar) sağladığını göstermiştir.

Design and Implementation of A GIS Based, Cloud Substructured, High Sensitive, Nanophotonic Early Fire Detection System For Fire Risk Areas

SUMMARY

Fire risk areas such as forests, shipyards and factories containing combustible or explosive substances show similarities in terms of fire potential. These critical areas are needed to be appropriately managed, because they are very susceptible to fire outbreaks and consequences of such incidents could be in a disaster scale. Early fire detection, determination of 'source of fire' and 'spread speed of fire' have vital roles for firefighting in order to prevent it from becoming a disaster.

In this proposed system, special detectors with state-of-the-art multi-spectral infrared technology and mathematical modelling algorithms have been utilized to create a smart fire detection system by LabVIEW automation software that can detect fires from a very early stage. The geolocation and behavior of emerging fires in a forest are also estimated with maximum spatial resolution by superposition of the detection areas of multi-spectral infrared detectors. In this study, candidate fire regions are detected for feasibility first. Next, the most suitable detector type in fire detection is determined and used for expanding the fire control area, so as to have the highest positional accuracy in estimating the location of an emerged fire. Thereafter, mathematical models for the position of the detectors are created to have high spatial resolution in detecting the coordinates of forest fire by using libraries of Google Maps APIs in the cloud. The geolocation of the fire and behavior of fire inside the model are then simulated visually on the map portal thanks to an extraordinarily created standalone software called FireAnalyst. Wireless detectors collect fire alarm information from risky areas and send them to the fire operators' mobile devices via wireless network over internet (cloud). This interactive map also contains some useful GIS features, i.e. listing nearby fire stations to source of fire, drawing visual routes to these fire stations and estimation of approximate arrival time of fire engines to fire location according to real-time Google traffic information.

Compared to other fire detection systems used today, this study includes new generation features, such as real-time fire detection in seconds, detection of fire source by superposition, determination of propagation speed, direction of fire propagation and cloud-based real-time mobile alarm monitoring mechanism. Moreover, estimation of geolocation of emerged fire by superposition of detection areas of detectors is the main novelty.

The proposed system is implemented in "Faruk Yalcin Zoo & Botanical Park" – Darica, Turkey. Experimental results indicated that monitoring fire with FireAnalyst using selected multi-spectral infrared detectors positioned "towards the center geometry" outperformed other fire monitoring systems, providing a significantly shortened fire detection timeframe and high spatial resolution (up to 4.5m) in detecting geolocation of fire in a minimum ~3599.56 m² forested area and adds with functionalities like as real-time fire behavior analysis.