

Yapay Görmeye Dayalı Gerçek Zamanda Ateş ve Alev Tespiti

Yiğithan Dedeoğlu¹, B. Uğur Töreyn², Uğur Gündükbay¹, A. Enis Çetin²

Bilkent Üniversitesi

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü¹

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü²

Bilkent, Ankara

[yigithan, gudukbay}@cs.bilkent.edu.tr](mailto:{yigithan, gudukbay}@cs.bilkent.edu.tr)¹,
[bugur, cetin}@bilkent.edu.tr](mailto:{bugur, cetin}@bilkent.edu.tr)²,

Özet: Bu bildiride, bir kamerayla elde edilen videoda, ateş (veya alev) tespiti için geliştirilen yeni bir yöntem sunulmaktadır. Önerilen yöntemde, videoda ateş tespiti için geliştirilmiş diğer sistemlerde kullanılan hareket ve renk bilgisine ek olarak, videonun dalgacık dönüşümüyle (wavelet transform) elde edilen kırpışma bilgisinden de yararlanılmaktadır. Ayrıca, alev sınırlarındaki periyodik hareketler zamansal dalgacık dönüşümüyle bulunmaktadır. Ateşteki renk değişimleri ise ateş rengindeki hareketli nesnelerin uzamsal dalgacık dönüşümlerinin hesaplanmasıyla elde edilmiştir. Tüm bu veriler son kararın verilmesinde kullanılmıştır.

1. Giriş

Günümüzde yaygın olarak kullanılan yangın ve duman algılayıcıları, yangın sırasında açığa çıkan çeşitli parçacıkların iyonlaşma ve fotometri gibi yöntemlerle tespiti esasına dayanmaktadır. Nokta algılayıcı olarak da adlandırılan bu cihazların en önemli eksiklikleri uzaklığa bağlı olmaları nedeniyle açık ve geniş alanlarda çalışamamalarıdır. Ateş ve yangın tespitinde video kullanılmasının en faydalı yanı açık ve geniş alanların izlenebilmesidir. Halihazırda kullanılan videoda yangın tespiti algoritmaları yalnızca renk [6] ve hareket bilgisine dayanmaktadır [1]. Bu bildiride sunulan yöntemde renk ve hareket bilgisine ek olarak alevin kırpışması dalgacık dönüşümüyle [3, 4] çözümlenmekte ve ateşin zamanla genişlemesi de incelenmektedir. Tüm bu veriler son kararın verilmesinde kullanılmaktadır.

2. Videoda Dalgacık Dönüşümü Çözümlemesiyle Ateş ve Alev Tespiti

KontROLSÜZ alevin fark edilebilir derecede kırpıştığı bilinen bir gerçektir. Bu da 0.5 Hz ile 20 Hz arasındaki Fourier sıklık bileşenini önemli ölçüde artırmaktadır [2]. Diğer bir deyişle, özellikle alev sınırında yer alan pikseller bir saniye içerisinde çeşitli defalar kaybolur ve tekrar görünür. Sınırları, renklilik veya parlaklık değerleri 0.5 Hz'ten daha büyük bir sıklıkta titreşen nesnelerin varlığı video görüntüsünde alev olabileceğini gösterir.

[2]'de, sıklık bölgesindeki dorukların tespiti için, nesnelerin sınır piksellerinin zamansal hızlı Fourier dönüşümleri (HFD) hesaplanmıştır. [7]'de ise, ateş bölgelerinin şekilleri yine sıklık alanında temsil edilmiştir. Fourier dönüşümü zamansal bilgi içermediği için dönüşümler önceden belirlenmiş zaman çerçeveleri içinde yapılmalıdır. Bu noktada çerçeve uzunluğu büyük önem taşımaktadır. Eğer çerçeve boyu çok uzunsa HFD verisinde çok fazla doruk elde edilemeyebilir. Eğer çerçeve boyu yeterince uzun değilse, bu kez HFD verisinde hiç doruk bulunamayabilir.

Geliştirilen yöntemde yalnız alev sınırlarında değil, alev bölgeleri içinde de zamansal ve uzamsal dalgacık dönüşümü çözümlemesi yapılmıştır. Dalgacık dönüşümü katsayılarının enerjilerindeki artış yüksek sıklığa sahip hareketlerdeki artışı belirtmektedir. Örneğin, ateş rengindeki bir nesnenin hareketi, dalgacık dönüşümü katsayılarının değerlerinde bir artışa neden olmaz. Bunun nedeni ateş rengindeki piksellerin değerlerinde bir değişim olmamasıdır.

3. Tespit Algoritması

Alev tespit algoritması dört aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada video görüntüsündeki hareketli bölgeler tespit edilmektedir. Sonraki aşamada hareketli bölgedeki piksellerin ateş rengi olma olasılıkları hesaplanır.

Ateş renginde olan hareketli bölgelerde bulunan ve özellikleri sıklıkla değişen pikselleri belirlemek için zamansal ve uzamsal dalgacık dönüşümü kullanılmaktadır. Son aşamada ise olası ateş bölgelerinin zamanla genişlemesi incelenmektedir.

Videoda hareketli bölgelerin bulunmasında [5]'te anlatılan arka plan kestirimine ve ardışık resimler arası farka dayanan karma yöntem kullanılmıştır.

Sonraki aşamada hareketli bölgede yer alan piksellerin renkleri önceden hazırlanmış ateş rengi histogramı ile karşılaştırılarak, ateş renginde olan bölgeler tespit edilir. Ateş rengi histogramı, içinde ateş bulunan örnek video görüntüleri kullanılarak oluşturulur. Hazırlanan histogram normalize edilerek ve düzleştirilerek olasılık yoğunluk dağılımı olarak kullanılabilir. Bir pikselin renginin, histogramda yüksek yoğunluklu bir alana düşmesi, o pikselin büyük olasılıkla bir ateş bölgesine ait olduğunu gösterir. Ayrıca her pikselin ateş renginde olma olasılığı ardışık n tane görüntüde toplanarak zamana bağlı ateş rengi olma olasılığı hesaplanır.

Üçüncü adımda, [1]'de anlatılan yöntem ek olarak, ateş rengindeki hareketli bölgelerde bulunan piksellerin değerlerinin zamansal ve uzamsal sıklık değişimi incelenmektedir. Bu incelemede dalgacık dönüşümü kullanılmaktadır. Dalgacık dönüşümü hesaplanmasında iki seviyeli bir süzgeç öbeği kullanılmaktadır. Süzgeç öbeğinde seviyelerin sayısı video yakalama hızına bağlıdır. Ateş bölgesine ait olmayan sıradan piksellerdeki parlaklık değişimi zamansal ve uzamsal olarak yüksek sıklık karakteri göstermez. Halbuki, ateş bölgelerindeki kırışma bu bölgelerdeki piksellere ait zamansal dalgacık dönüşümü katsayılarının salınmasına, uzamsal dalgacık dönüşümü katsayılarının ise konuma bağlı değişim göstermesine sebep olur. Bu iki adım, videoda ateşten kaynaklanan hareketi sıradan hareketten ayırt edebilmek için çok önemlidir.

Bir sonraki adımda, ateş rengindeki bölgelerin zamanla genişlemeleri incelenmektedir. Eğer ardışık iki görüntüdeki ateş bölgeleri kesişiyor ve kesişim alanları artıyorsa, bu bilgi görüntüde kontrolsüz bir ateş olduğunu gösterir.

Yukarıda anlatılan tüm adımların sonuçları ağırlıklı olarak toplanarak nihai ateş kararı verilmektedir. Her adımın (n) sonucu (s_n) ikili olarak (1 veya 0) tutulmaktadır. Deneyisel olarak belirlenen sonuç ağırlıkları (a_n) (1)'de gösterildiği gibi toplanmakta ve toplamın belirli bir eşik değerinden (E) büyük olması durumunda nihai ateş kararı verilmektedir.

$$\sum_n a_n s_n > E \quad (1)$$

4. Deneyisel Gözlemler

Geliştirilen yöntem değişik ortamlarda çekilmiş yangın içeren ve içermeyen görüntüler kullanılarak test edilmiş ve yalnızca hareket ve renk bilgisine dayanan diğer yöntemle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonuçları Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1 Önerilen yöntemin (Yöntem1) sadece renk ve hareket bilgisine dayanan diğer yöntemle (Yöntem2) karşılaştırılması.

Videolar	Ateş bulunan sahne sayısı	Yöntem	Ateş tespit edilen sahne sayısı	Hatalı görüntü sayısı	Açıklama
Video 1	0	Yöntem1	0	0	Ateş renginde kamyon
		Yöntem2	5	46	
Video 2	5	Yöntem1	5	0	Gerçek yangın
		Yöntem2	5	0	
Video 3	0	Yöntem1	0	0	Ateş renkli park yerinden ayrılan araç
		Yöntem2	1	1	
Video 4	3	Yöntem1	3	0	Yanan kutu
		Yöntem2	3	7	

Video 5	8	Yöntem1	8	0	Yanan odun
		Yöntem2	10	24	
Video 6	4	Yöntem1	4	0	Ateş renginde giyinmiş adam ve gerçek yangın
		Yöntem2	5	15	
Video 7	0	Yöntem1	0	0	Odada yürüyen insanlar
		Yöntem2	2	4	
Video 8	2	Yöntem1	2	0	Gerçek yangın
		Yöntem2	2	0	
Video 9	0	Yöntem1	0	0	Kalabalık park yeri
		Yöntem2	1	5	
Video 10	0	Yöntem1	0	0	Otoyolda trafik
		Yöntem2	0	0	

5. Sonuç

Bu bildiride renkli videoda ateş tespiti için bir yöntem geliştirilmiştir. Videoda ateş tespiti için geliştirilmiş diğer sistemlerde kullanılan hareket ve renk bilgisine ek olarak, videonun dalgacık dönüşümüyle (wavelet transform) elde edilen kırpışma bilgisinden de yararlanılmıştır. Yalnızca renk ve hareket bilgisine dayalı yöntemler yanlış alarm verebilmektedir. Deneyisel sonuçlar bu yanlış alarmların zamansal ve uzamsal dalgacık dönüşümü ve nesne sınırı çözümlemesiyle önemli ölçüde azaldığını göstermiştir.

Kaynaklar

- [1]. W. Phillips III, M. Shah, ve N. V. Lobo, Flame Recognition in Video, Pattern Recognition Letters, Volume 23 (1-3), sayfa 319-327, Ocak 2002.
- [2]. Fastcom Technology SA, Boulevard de Grancy 19A, CH-1006 Lausanne, Switzerland, Method and Device for Detecting Fires Based on Image Analysis, PCT Appl.No: PCT/CH02/00118, PCT Pubn.No: WO02/069292.
- [3]. S. Mallat, S. Zhong, Characterization of Signals from Multiscale Edges, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, c.14 n.7, sayfa 710-732, Temmuz 1992.
- [4]. A. E. Cetin ve R. Ansari, Signal Recovery from Wavelet Transform Maxima, IEEE Transactions on Signal Processing, 42 (1994), sayfa 194-196.
- [5]. R. T. Collins, A. J. Lipton, T. Kanade, A System for Video Surveillance and Monitoring Proceedings of American Nuclear Society (ANS) Eighth International Topical Meeting on Robotics and Remote Systems, Pittsburgh, PA, 25-29 Nisan 1999.
- [6]. G. Healey, D. Slater, T. Lin, B. Drda, A. D. Goedeke, A system for real-time fire detection, IEEE Computer Vision and Pattern Recognition Conference (CVPR), Proceedings of CVPR '93, sayfa 605-606, 15-17 Haziran 1993.
- [7]. C. B. Liu ve N. Ahuja, Vision Based Fire Detection, IEEE International Conference on Pattern Recognition, Cambridge, UK, Ağustos 2004, yayımlanacak.