

Faz Korelasyonu Kullanarak Arşiv Filmlerinde Ani Sahne Değişimlerinin Algılanması Scene Cut Detection for Archive Films using Phase Correlation

Oğuzhan URHAN, M. Kemal GÜLLÜ, Sarp ERTÜRK

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü

Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli

{urhano, kemalg, sertur}@kou.edu.tr

Özetçe

Bu çalışmada arşiv filmlerine yönelik faz korelasyon temelli bir ani sahne değişimi algılama yöntemi önerilmektedir. Yöntemde özgün olarak çerçevelerin alt-örnekleme ve histogram uydurması sonrasında faz korelasyon yüzeyinin tepe noktaları takip edilerek ani sahne değişimleri algılanmaktadır. Ayrıca görüntü dizininin çerçeve değışintisi takip edilerek düz tondaki film sahneleri esnasında meydana gelen gürültü ve görsel bozukluk etkilerinin hatalı tespitiye yol açması önlenmektedir. Deneysel sonuçlar önerilen yöntemin diğer yöntemlere oranla çok iyi bir performans sergilediğini göstermekte olup, önerilen yöntem deneylerde kullanılan videodaki tüm ani sahne değışimlerini doğru olarak tespit etmektedir.

Abstract

A scene cut detection technique based on phase correlation, with application to archive film material, is proposed in this paper. In the proposed method, the peaks in the phase correlation surface of sub-sampled and histogram matched image frames are tracked to detect scene cuts. Furthermore it is proposed to track frame variances to avoid incorrect detection due to noise and visual degradation in plain-leveled image frames. Experimental results show that the proposed scene cut detection technique outperforms previous methods, and detects all scene cuts in the test video correctly.

1. Giriş

Son yıllarda tıptan, sayısal televizyon yayıncılığına kadar bir çok alanda kullanılan sayısal görüntülerin miktarındaki hızlı artış ile çoklu ortam verisinin indislenmesi ve yeniden elde edilmesi (*retrieval*) daha da önem kazanmıştır. Video indislemenin en temel parçası ise videonun sahnelere ayrılmasıdır [1]. Bu indisleme işleminin elle yapılması en doğru sonucu vermesine rağmen fazla miktarda zaman kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle videonun otomatik olarak sahnelere ayrılması önemli hale gelmektedir.

Video sahneleri arasındaki geçişler ani (*scene cut*) ya da dereceli (*gradual change*) olmaktadır. Ani ve dereceli sahne değışimlerinin algılanması için değışik yöntemler önerilmiştir [1-5]. Ani sahne değışiminin algılanması için önerilen yöntemler genel olarak hareket temelli yöntemler, histogram temelli yöntemler ve çevrit temelli yöntemler olarak sınıflanabilir. Hareket bilgisini kullanan bir yöntem [1]'de önerilmiştir. Bu yöntemde optik akış ve hareket tahmini

kullanılıp, olabilirlik (likelihood) testi ile ani sahne değışimlerinin algılanmasına çalışılmıştır. Yöntem çerçeve içi nesne hareketini ve kamera hareketlerini bastırmakta ancak bununla birlikte büyük bir işlem yükü getirmektedir. Sahne değışiminin algılanması için önerilen yöntemlerin çoğunda histogram bilgisinden faydalanılmaktadır [2][3]. Bu bilgiyi kullanan yöntemlerde, örneğin χ^2 ve histogram farkı gibi çeşitli metrikler kullanılarak, ardışıl iki çerçevenin histogramları arasındaki değışimin bulunmasıyla ani sahne geçişleri algılanmaya çalışılır. Genel olarak renkli histogramlar üzerinde iyi sonuç veren yöntemler, siyah-beyaz görüntüler için ani ışıklılık değışimlerinden etkilenmektedir [4]. Eski filmlerinin çoğunun siyah-beyaz olduğu ve bu filmlerde ani ışıklılık değışimleri olduğundan histogram temelli yöntemlerin arşiv filmlerine uygulanmasından iyi sonuç alınmamaktadır.

Ani sahne geçişlerini algılamak için faz korelasyonu kullanılması önerilmiştir [4]. Bu yöntemde arka arkaya gelen çerçeveler arasındaki benzerlik metriği olarak faz korelasyonu kullanılmaktadır. Bu sayede genel ışıklılık değışimlerine ve gürültüye karşı dayanıklı ani sahne değışimi algılama yönteminin geliştirilmesine çalışılmıştır. [4]'de önerilen yöntem histogram bilgisini kullanan yöntemlere göre ani ışıklılık değışimi durumunda daha iyi sonuç vermesine rağmen, kamera hareketlerinden aşırı derecede etkilenmekte ve özellikle yakınlaştırma/uzaklaştırma (zoom) etkilerinin görüldüğü durumlar ile film çerçevelerinde oluşan bozukluklarla karşılaşıldığında doğru algılama performansı düşmektedir. Bu bildiride faz korelasyonu yöntemine getirilen eklemeler sayesinde algılama performansı oldukça yüksek bir ani sahne değışimi algılama yöntemi önerilmektedir.

2. Önerilen Yöntem

Bu çalışmada video sahneleri arasındaki ani geçişlerin bulunmasına olanak sağlayan faz korelasyonu temelli yeni bir yöntem önerilmiştir. Önerilen yöntemde öncelikle imgelerin alt-örnekleme ile yakınlaştırma/uzaklaştırma etkileri ile film çerçevelerinde oluşan bozuklukların faz korelasyonuna etkisinin azaltılması sağlanmıştır. Daha sonra bu alt-örnekleme görüntü dizindeki arka arkaya gelen çerçevelere faz korelasyonu uygulanarak korelasyon yüzeyinin en büyük değeri incelenmiş ve bu değeri ani sahne değışimine karar verilmesinde kullanılmıştır. Karşılaşılan sorunlardan birisi, film içerisindeki düz beyaz veya düz siyah çerçevelerde meydana gelen gürültü veya bozuklukların faz korelasyon yöntemi ile sahne değışimi olarak algılanmasıdır. Bu tür hatalı algılamaların önüne geçmek için faz korelasyon

ölçütüne ek olarak imge değişintisi takip edilmekte, imge değişintisinin çok düşük olduğu durumlarda faz korelasyonu çıktıları göz ardı edilerek sahne değişimi kararı verilmemektedir.

Faz korelasyonu iki ayrıık işaret arasındaki benzerliği bulmak için ayrıık Fourier dönüşümünün temel özelliklerini kullanan bir işaret korelasyon yöntemidir. Faz korelasyonunun gürültü azaltma ve video sıkıştırma gibi değişik uygulama alanları mevcuttur [4]. Arka arkaya gelen I_t ve I_{t+1} imgeleri için korelasyon yüzeyi $S_{t,t+1}$ aşığıdaki gibi tanımlanmıştır.

$$S_{t,t+1} = F^{-1} \left[\frac{F^*(I_t) \cdot F(I_{t+1})}{|F^*(I_t) \cdot F(I_{t+1})|} \right] \quad (1)$$

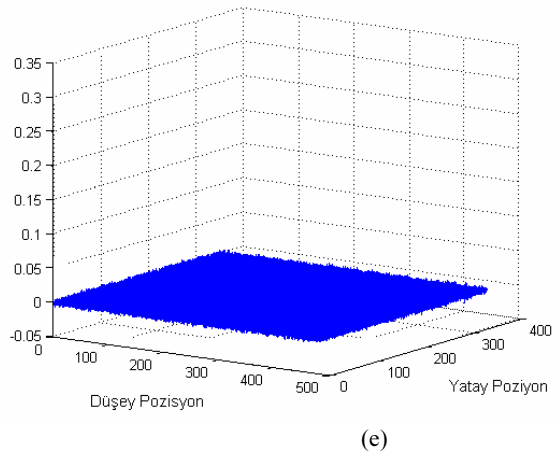
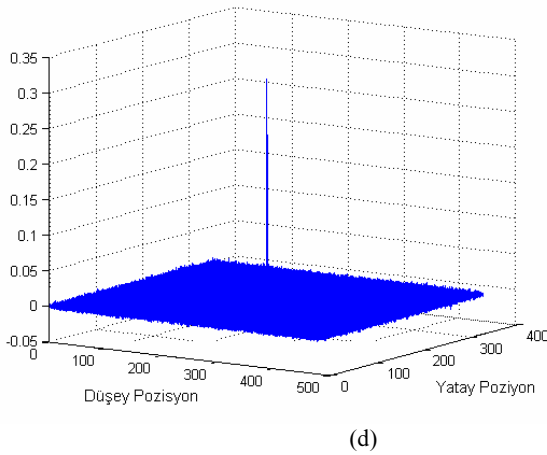
Burada F , Fourier dönüşümünü, F^{-1} ters Fourier dönüşümünü, $*$ ise karmaşık eşleniği göstermektedir.

Şekil-1'de aynı ve farklı sahnelere ait korelasyon yüzeyleri gösterilmektedir. Doğal olarak aynı sahneye ait iki çerçevenin korelasyon yüzeyinin tepe noktası, farklı sahnelere ait iki çerçevenin korelasyon yüzeyinin tepe noktasına oranla daha yüksek seviyededir. Bu özellikten yararlanılarak sahne değişiminin algılanması arka arkaya gelen çerçevelerin

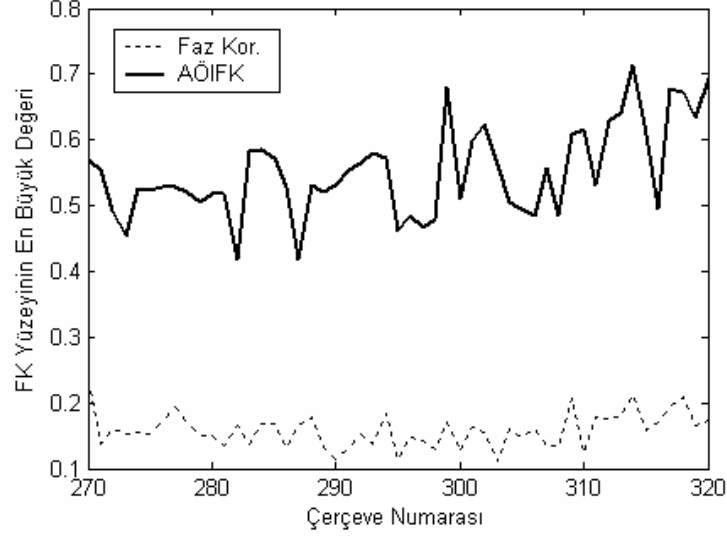
korelasyon yüzeylerinin en büyük değeri dikkate alınarak gerçekleştirilmektedir.

Faz korelasyonunun, genel ışıklılık değişimine karşı histogram karşılaştırma ve olabilirlik oranı şemasına (likelihood ratio scheme) göre daha dayanıklı olduğu [4]'de öne sürülmektedir. Eski arşiv filmlerinde genel olarak kırpışma (flicker) ortak bir sorun olduğundan, sahne değişimi algılanırken bu etki göz ardı edilemez. Bu nedenle arşiv filmlerinde ani sahne değişimi algılamasında histogram temelli bir yöntem yerine faz korelasyonu kullanan bir yöntem tercih edilmektedir. Bu çalışmada, arşiv filmleri için kırpışma sorunlarına karşı faz korelasyonunun dayanıklılığını artırmak amacıyla arka arkaya gelen çerçevelerin histogramları birbirine uydurulması ve faz korelasyonunun bu uydurma sonrasında uygulanması önerilmektedir. Bu sayede ani sahne değişimi algılama işlemine kırpışmaya karşı dayanıklılık kazandırılmaktadır.

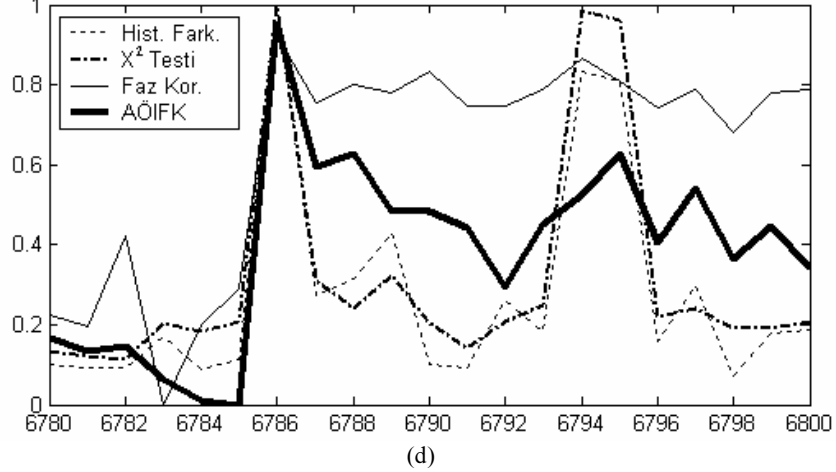
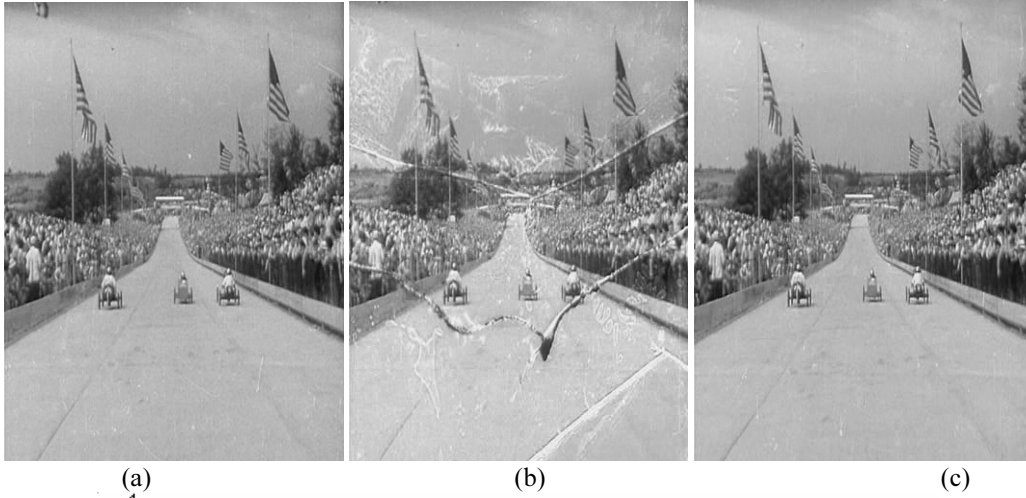
Faz korelasyonu genel ışıklılık değişimlerine karşı diğer yöntemlerden daha iyi sonuç vermesine rağmen kamera hareketlerine karşı oldukça duyarlıdır. Kameranın yakınlılaştırma/uzaklaştırma ve yer değişimi hareketleri faz korelasyonunun başarımını önemli ölçüde düşürmektedir. Bu çalışmada kamera hareketi etkisinin azaltılması için faz korelasyonu işleminden önce imgeler alt-örnekleştirilir.



Şekil 1: (a) #4847 (b) #4848 (c) #4849 “All America” görüntü dizininden arka arkaya gelen çerçeveler, (d); (a) ve (b) için korelasyon yüzeyi, (e); (b) ve (c) için korelasyon yüzeyi.



Şekil 2: Optik kaydırma (zoom) ve gezdirmenin (pan) faz korelasyonu ve alt-örneklemiş imgelere uygulanan faz korelasyonuna etkisi



Şekil 3: (a) #6794 (b) #6795 (c) #6796 All America görüntü dizini çerçeveleri .

(d) Histogram Farkı, χ^2 -testi, Faz Korelasyonu ve Alt Örneklemiş İmgelerin Faz Korelasyonu Yöntemlerinin (AÖİFK) Fiziksel Bozuklar Karşısındaki Dayanıklılığı.

Şekil-2'de bu etkilerin bir arada görüldüğü, histogramları uydurulmuş ve hiçbir sahne değişimi göstermeyen 50 çerçevelik görüntü dizini için doğrudan faz korelasyonu ve

alt-örnekleme sonrasında gerçekleştirilen faz korelasyonu için tepe değerleri gösterilmektedir. Bu şekilde görüldüğü gibi sadece faz korelasyonu kullanıldığı zaman korelasyon

yüzeyinin değeri 0.2 seviyelerindeyken, alt örnekleme imajları üzerinden yapılan faz korelasyonunda bu değeri 0.6 seviyelerindedir. Bu şekilde anlaşılabileceği üzere alt-örnekleme sayesinde yakınlaştırma/uzaklaştırma ve yer değişimi hareketlerine rağmen çerçeveler arası benzerlikler daha başarılı biçimde algılanabilmektedir.

Arşiv filmlerindeki bir diğer sorun ise film malzemesindeki fiziksel bozukluklar nedeni ile oluşan görsel bozuklukların sahne değişiminin doğru algılanmasını zorlaştırmasıdır. Arşiv filmlerinde ani sahne değişimini algılama için kullanılacak yöntemin bu bozucu etkilere karşı dayanıklı olması gerekmektedir. Şekil-3'de arka arkaya gelen çerçeveler ve bu çerçevelerden birindeki fiziksel bozukluğun ani sahne değişimi algılama yöntemlerine etkisi gösterilmektedir.

Şekil 3(d)'de çeşitli yöntemlerin fiziksel bozukluklardan kaynaklanan görsel etkilere dayanıklılık sonuçları gösterilmektedir. Örnek "All America" görüntü dizininin 6786. çerçevesinde ani bir sahne değişimi meydana gelmekte, 6795. çerçevede ise Şekil 3(b)'de görülen bozukluğa rastlanmaktadır. Histogram farkı, χ^2 -testi, faz korelasyonu ve alt örnekleme imajlarının faz korelasyonu (AÖİFK) yöntemlerinin tamamı ani sahne değişimini yakalamaktadır. 6795. çerçevedeki bozukluktan en fazla χ^2 -testi, bu çalışmada önerilen alt örnekleme imajlarının faz korelasyonu yöntemi ise en az etkilenmektedir. Doğrudan uygulanan faz korelasyonu ise yüksek oranlı kamera hareketinden dolayı 6786. çerçeveden itibaren yüksek tepki vermekte ve doğru bir sahne değişimi algılaması için iyi bir eşik değerinin belirlenmesini imkansız kılmaktadır. Not: Karşılaştırma için faz korelasyon sonuçları ters çevrilmiş, yüksek değerler düşük benzerliği, düşük değerler ise yüksek benzerliği göstermektedir.

Yapılan deneylerde karşılaşılan sorunlardan birisi, film içerisindeki düz beyaz veya düz siyah çerçevelerde meydana gelen gürültü veya bozuklukların önerilen alt-örnekleme imajlarının faz korelasyon yönteminde de, ani sahne değişimi olarak algılanmasıdır. Bu tür hatalı algılamaların önüne geçmek için alt-örnekleme imajlarının faz korelasyon ölçütüne ek olarak imge değışintisi takip edilmekte ve imge değışintisinin çok düşük olduğu durumlarda faz korelasyonu çıktıları göz ardı edilerek hatalı sahne değışimi algılamasının önüne geçilmektedir. Sahne değışimi algılama yöntemlerinin performansını değerlendirmek için genellikle kullanılan iki metrik ;

$$\text{Hatırlama} = \frac{D}{D + K} \quad \text{ve} \quad \text{Kesinlik} = \frac{D}{D + Y} \quad (2)$$

olarak tanımlanmaktadır [1]. Burada D; toplam doğru algılanan ani sahne değışim sayısını, Y; toplam yanlış algılanan ani sahne değışim sayısı, K ise toplam kaçırılan (yakalanamayan) sahne değışim sayısını göstermektedir. Tablo-1'de, önerilen alt örnekleme imajlarının faz korelasyonu (AÖİFK) yönteminin 68 ani sahne değışimi içeren 14910 çerçevelik "All America" görüntü dizini için üç farklı yöntemle performansları karşılaştırılmıştır.

Önerilen yöntemin çok iyi bir performans gösterdiği, hiçbir sahne değışimini atlamadığı ve fazladan sahne değışimi tespit etmediği görülmektedir.

Tablo 1: Önerilen yöntem ile farklı yöntemlerin başarımı

Yöntem	D	Y	K	Hatırlama	Kesinlik
χ^2	40	68	28	0.59	0.37
HF	49	38	19	0.72	0.56
FK	45	28	23	0.66	0.62
AÖİFK	68	0	0	1	1

Bu tabloda χ^2 ; χ^2 testi, HF ; histogram farkı, FK ; faz korelasyonu, AÖİFK ise bu çalışmada önerilen alt-örnekleme imajlarının faz korelasyonu yöntemini göstermektedir.

3. Sonuç

Bu çalışmada ani sahne değışimi algılanması için faz korelasyonu temelli bir yöntem önerilmiştir. Video çerçeveleri alt-örnekleme yönteminden sonra histogram aydurlama yapılmaktadır. Alt-örnekleme ve histogramları aydurlanmış çerçevelerin faz korelasyon yüzeylerinin en tepe değerleri takip edilerek ani sahne değışimleri tespit edilmektedir. Film içerisindeki düz beyaz veya düz siyah çerçevelerde meydana gelen gürültü veya bozukluklar etkisiyle hatalı algılamaların önüne geçmek için alt-örnekleme imajlarının faz korelasyon ölçütüne ek olarak imge değışintisi takip edilmekte ve imge değışintisinin çok düşük olduğu durumlarda faz korelasyonu çıktıları göz ardı edilerek hatalı sahne değışimi algılamasının önüne geçilmektedir. Önerilen yöntem varolan yöntemlere oranla çok daha iyi bir performans göstermektedir.

4. Teşekkür

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, TÜBİTAK tarafından EEEAG103E007 nolu araştırma projesi kapsamında desteklenmiştir.

5. Kaynakça

- [1] Li, W.-K. and Lai, S.-H., "Integrated video shot segmentation algorithm", *SPIE Conf. on Storage and Retrieval for Media Databases*, pp. 264-271, Santa Clara, California, Jan. 2003.
- [2] Zhang, H., Kankanhalli, A., and Smoliar, S.W., "Automatic partitioning of full-motion video", *Multimedia Systems*, 1(1):10-28, January 1993.
- [3] Lupatini, G., Saraceno, C., and Leonardi, R., "Scene break detection: a comparison", *Proc. RIDE'1998*, 34-41, Feb. 1998.
- [4] Vlachos, T., "Cut Detection in Video Sequences Using Phase Correlation", *IEEE Signal Processing Letters*, 7(7), July 2000.
- [5] Günsel, B., Ferman, A.M., and Tekalp, A.M., "Video indexing through integration of syntactic and semantic features", *Third IEEE Workshop on Appl. of Comp. Vision*, Sarasota, Florida, Dec. 1996.