

Sahne Geçişlerinin Geometrik Tabanlı olarak Saptanması

Binnur Kurt, H. Tahsin Demiral, Muhittin Gökmen
İstanbul Teknik Üniversitesi,
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü,
Maslak, 80626 İstanbul
{kurt,demiral,gokmen}@cs.itu.edu.tr

Özetçe

Bu çalışmada hareketli görüntülerdeki sahneler arasındaki kesim, sönüm, girişim gibi kurgulama efekti türündeki geçişleri, çevrit geometrisine dayalı olarak saptayan bir yöntem geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemde, video çerçevelerindeki çevritler doğru, üçgen ve içbükey çokgenler ile modellenerek, video boyunca bu modele dayalı olarak eşlenmektedir. Kesim ve kurgulama etkileri, izleme aşamasında her bir çerçevedeki tüm çevritlerin eşlenme davranışlarına dayalı olarak belirlenmektedir. Yöntemin başarımı farklı karakteristiklerdeki videolar üzerinde yapılan deneysel çalışmalarla gösterilmiştir.

1 Giriş

Son yıllarda depolama ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler video veritabanlarının yaygınlaşmasını sağlamıştır. Videoların doğası gereği doğrusal akışı veriye hızlı erişime olanak sağlamamaktadır. Video indekslemede amaç, videoları, veriye hızlı erişimi sağlayacak şekilde yeniden düzenlemektir. Video dizilerindeki sahne geçişlerinin saptanması, video indekslemenin ilk adımını oluşturmaktadır. Video dizisi sahneler bölünerek, her bir sahne bölütüne ait çerçevelerden, o sahneyi temsil eden bir yada daha fazla sayıda çerçeve, anahtar çerçeve olarak seçilir. Böylelikle sahneler arasında, anahtar çerçeveler üzerinden, basit ve hızlı bir şekilde tarama yapmak mümkün olur.

Sahneler arasındaki geçiş tek bir çerçevede oluşabileceği gibi yavaşça oluşabilir. Birinci tür geçişlere *kesim* adı verilmektedir. İkinci tür geçişler ise genellikle video kurgulama uygulamaları tarafından oluşturulmaktadır. Örneğin sönümleme (*fade-out*) türündeki kurgulamada bu geçiş, ilk sahneye ait son çerçevenin benek değerleri sabit bir değere dönüştürülerek, *girişim* (*fade-in*) türündeki kurgulamada ise benek değerleri zamanla sabit bir değerden, sahnenin ilk çerçevesinin benek değerlerine dönüştürülerek gerçekleştirilir. Çözülme (*dissolve*) efektinde ise önce sönümleme ve ardından da girişim efektleri uygulanır.

Sahne geçişlerinin saptanması ve sınıflandırılması için önerilen yöntemler genellikle çerçeveler arasındaki bir benzerlik ölçütündeki değişimin izlenmesine dayanmaktadır ([1]). Sahneler arası geçişleri saptamanın en basit yolu çerçeveler arasındaki benek değerlerindeki değişimin sayılmasıdır. Ancak benek değerlerindeki değişim kamera hareketlerine oldukça duyarlıdır. Bu duyarlılığı azaltmak için video çerçevelerinin bölgelere ayrılması ve her bir bölgedeki ortalama ve standart sapma gibi istatistiksel özelliklerdeki değişimin izlenilmesi önerilmiştir. Sahne geçişlerinin saptanmasında en sık kullanılan benzerlik ölçütü histogramdır. Bu yöntemde, birbirini izleyen çerçevelere ait histogramlar arasındaki fark oluşturulur. Bu farkın belirli bir eşik değerinin üzerinde olduğu çerçevelerin kesim olduğu varsayılır. Diğer bir yöntemde ([2]) ise sahne geçişleri ayrıta dayalı olarak saptanmaktadır. Çerçeveler boyunca saptanan ayrıtlar sahneye giren ve sahnedan ayrılan ayrıtlar olarak iki gruba sınıflandırılmaktadır. Sahneye giren ayrıtların toplam ayrıt sayısına

oranı ρ_{in} ile ve sahneden ayrılan ayrıtların toplam ayrıt sayısına oranı ρ_{out} ile temsil edilmektedir. Benzerlik ölçütü, ρ , bu oranlara bağlı olarak

$$\rho = \max(\rho_{in}, \rho_{out})$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Yöntemde ayrıtlar Canny ayrıt saptayıcısı ([3]) kullanılarak hesaplanmaktadır. Sahneye giren ve ayrılan ayrıtlar, kamera hareketinin etkisini yok etmek için hizalama yapıldıktan sonra, birbirini izleyen çerçevelerdeki ayrıtlar örtüştürülerek hesaplanır. Zabih et. al. çalışmalarında ayrıta dayalı yöntemin sahne geçiş sınırlarını histogram tabanlı yöntemle göre daha doğru saptadığını belirlemişlerdir.

Ayrıt temelli yöntemin temel olarak iki problemi vardır. Birincisi yöntemin başarımı hizalama yönteminin başarımına bağlı olmasıdır. İkincisi, ayrıtlar genellikle bir nesnenin sınırlarına aittir. Bu nedenle aynı nesnenin sınırlarına ait ayrıtlar arasında uzayda bir süreklilik ilişkisi söz konusudur. Örneğin bir nesne sahneye girdiğinde veya çıktığında, nesneye ait ayrıtlar aynı anda sahneye girerler ve çıkarlar. Bu nedenle çevritler ayrıtlara göre sahne geçişlerinin saptanmasında daha gürbüz bir özelliktir. Bu çalışmada çevrite dayalı geometrik bir yöntem geliştirilmiştir. İkinci bölümde bu yöntem tanıtılacaktır. Üçüncü bölümde sahne geçişlerinin çevrit temelli olarak saptanması ve sınıflandırılması açıklanacaktır. Son bölümde ise tanıtılan yöntemin başarımı hareketli video görüntüleri üzerinde yapılan test çalışmalarıyla gösterilmiştir.

2 Geometrik Yaklaşım

Bu çalışmada video dizilerinde sahne geçişlerinin saptanması ve sınıflandırılması için geometrik tabanlı bir yöntem geliştirilmiştir. Yöntemin işleyişine ait blok diyagramı Şekil-1’de verilmiştir. Yöntemde ilk olarak ayrıtlar, ayrıt saptayıcı ([4]) kullanılarak elde edilmektedir. Ayrıt saptama aşamasında süzgeçlenen kontrast değerleri iki aşamalı histerezis eşiklemeden geçirilmektedir. Burada kullanılan eşik değerlerinin seçimi ayrıt saptayıcının başarımını önemli ölçüde etkilemektedir. Ayrıca kontrast dağılımı çerçeveler boyunca zamanla değiştiğinden bu eşik değerlerinin de zamanla değiştirilmesi gerekmektedir. Elde edilen ayrıtlar, uç noktalardan başlayarak minimum sapma olacak yöndeki ayrıtlar izlenerek ayrık çevritler elde edilir. Daha sonra bu çevritler doğru, üçgen yada içbükey çokgenler ile modellenmektedir. Bunun için her bir çevriti sınırlayan kutu ve çevritin bu kutuyu teğet olarak kestiği noktalar belirlenmektedir (Şekil-2 (a)’da bir doğru, (b)’de bir üçgen, (c) ve (d)’de ise çokgenler ile modellenmektedir). Çevritler bu geometrik modelleri kullanılarak video çerçeveleri boyunca izlenmektedir.

Çevritler hareket eden bir nesneye ait iseler, bu durumda, zamanla çerçeveler boyunca hareket edeceklerdir. Arka plana ait çevritler ise herhangi bir kamera hareketi yoksa bir sonraki çerçevede konumlarını koruyacaklardır. Kamera hareketi mevcut ise bu hareketin dönüşüm eksenini boyunca hareket edeceklerdir. Ancak bu dönüşüm, çevritin geometrisini değiştirmeyecektir. Örneğin doğru şeklindeki bir çevrit dönüşüm sonunda yine bir doğru olacaktır.

Çevritlerin izlenmesi sürecinde üç durumla karşılaşılabilir:

- i. Vuru (H) : Birinci çerçevedeki geometrinin ikinci çerçevedeki eşi vardır,
- ii. İleri doğru ıskı (FM) : Birinci çerçevedeki bir geometrinin ikinci çerçevedeki eşi yoktur. Bu durumda bu geometriye ait çevrit sahneye girmektedir.
- iii. Geriye doğru ıskı (BM) : İkinci çerçevedeki bir geometrinin birinci çerçevedeki eşi yoktur. Bu durumda bu geometriye ait çevrit sahnedan ayrılmaktadır.

Yapım efektleri bu hesaplanan üç değer (H,FM,BM) video çerçeveleri boyunca hesaplanan histogramların tepe noktalarının saptanmasıyla elde edilir. Bir sonraki bölümde bu yöntem açıklanacaktır.

3 Sahne Geçişlerinin Saptanması

Sahne geçişlerinde ilk sahneye ait çevritler sahneden ayrılırken, ikinci sahneye ait çevritler sahneye girerler. Bu durumda, ileriye ve geriye doğru ıskalar artacak, geçiş tamamlandığında ise ileriye ve geriye doğru ıskalar azalırken sahne içindeki çerçeveler arasındaki vuru oranı artacaktır. Sahne geçişleri FM ve BM histogramlarının tepe noktalarından saptanmaktadır. Geçiş türü ise histogramların profilleri incelenerek belirlenmektedir.

Kesim türü geçişler saptanması en kolay geçiş türleridir. Şekil-3’de sadece kesim türü sahne geçişleri içeren hareketli video görüntüsü için elde edilen FM histogramı verilmiştir. Kesim türü geçiş, bir sahneden diğerine tek bir çerçevede gerçekleştiğinden, histogramda bu noktada keskin bir tepe değeri oluşturmaktadır. Bir önceki örnekte kullanılan hareketli görüntüdeki iki kesim kurgulanarak, çözülme türü geçiş elde edilmiştir. Elde edilen hareketli videoya ilişkin FM histogramı Şekil-4’de verilmiştir. Çözülme türü geçişin olduğu noktalarda, ilk sahneye ait çevritler yavaşça sahneden ayrılırken, ikinci sahneye ait çevritler sahneye girmektedir. Bu nedenle, histogramda önce tepe değerine kadar bir yavaş artış ve daha sonra azalma söz konusudur.

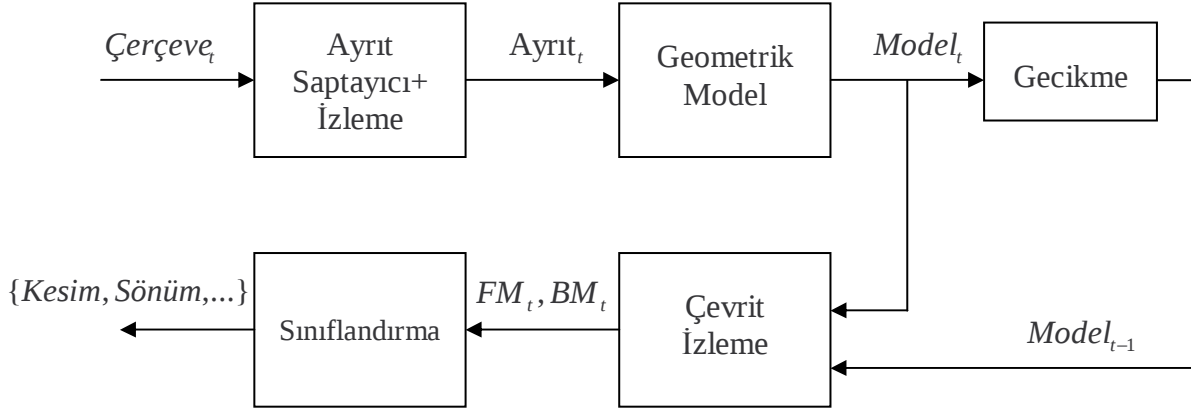
4 Deneysel Sonuçlar

Yöntemin başarımı film, haber, belgesel, spor gibi farklı türdeki video klipleri üzerinde yapılan deneylerle test edilmiştir. Deneysel sonuçlar Tablo-1’de verilmiştir. Geliştirilen yöntem tüm sahne geçişlerini doğru olarak yakalamaktadır. Özellikle çok sayıda yerel hareketin olduğu hareketli videolarda sahne geçişlerini yüksek doğrulukta saptayabilmektedir.

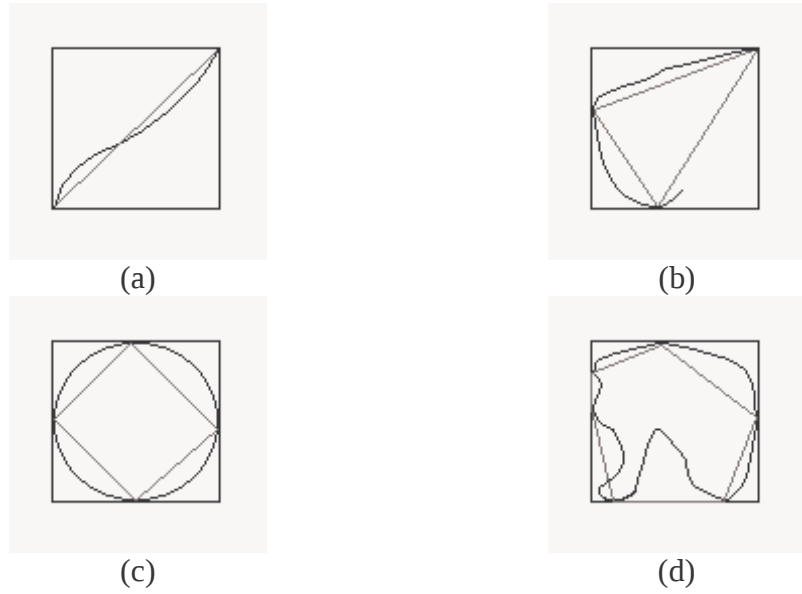
Bu çalışmada hareketli görüntülerdeki sahneler arasındaki kesim, sönüm, girişim gibi kurgulama efekti türündeki geçişleri, çevrit geometrisine dayalı olarak saptayan bir yöntem geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemde, video çerçevelerindeki çevritler doğru, üçgen ve içbükey çokgenler ile modellenerek, video boyunca bu modele dayalı olarak eşlenmektedir. Kesim ve kurgulama efektleri, izleme aşamasında her bir çerçevedeki tüm çevritlerin eşlenme davranışlarına dayalı olarak belirlenmektedir.

Kaynakça

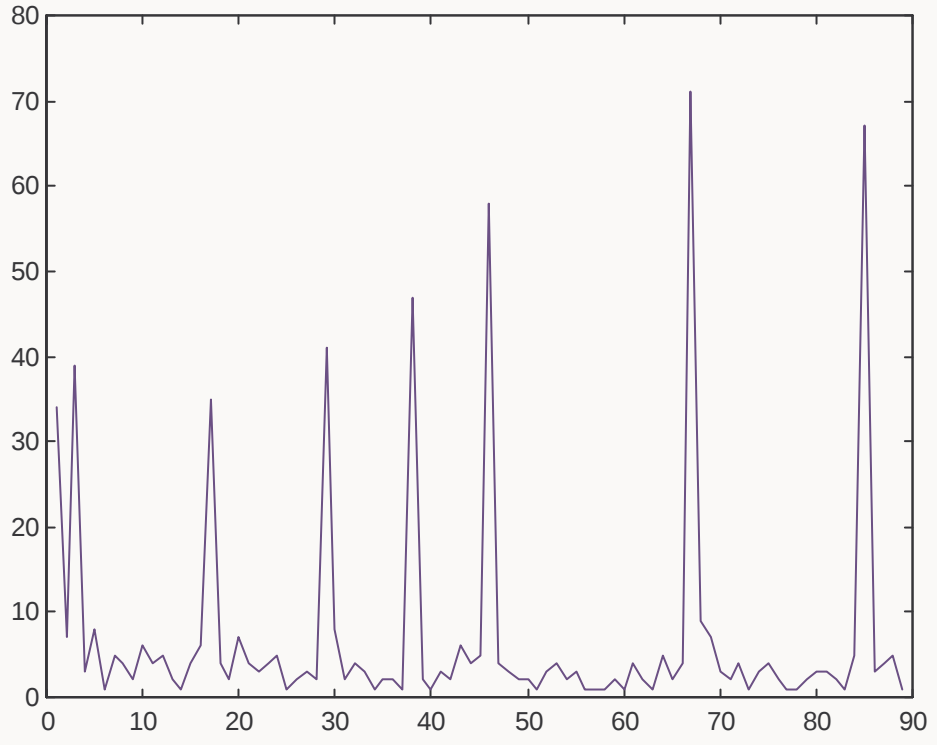
- [1] J.S., Rowe A.L., “A Comparison of Video Shot Boundary Detection Techniques,” *Journal of Electronic Imaging*, 5(2):122-128, 1996.
- [2] Zabih Z., Miller J., ve Mai K., “A Feature-Based Algorithm for Detecting and Classfying Effects,” *Multimedia Systems*, 7:119-128, 1999.
- [3] Canny J., “A Computationl Approach to Edge Detection,” *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Mahine Intelligence*, 8(6):679-698, 1986.
- [4] Kurt B. ve Gökmen M., “Two Dimensional Deneralized Edge Detector,” *Proceedings International Conference on Image Analysis and Processing*, Ekim 1999, Venedik, İtalya, s.148-153.
- [5] Bo Shen, “HDH Based Compressed Video Cut Detection,” Teknik Rapor HPL-97-142, HP Laboratuvarı, 1997.



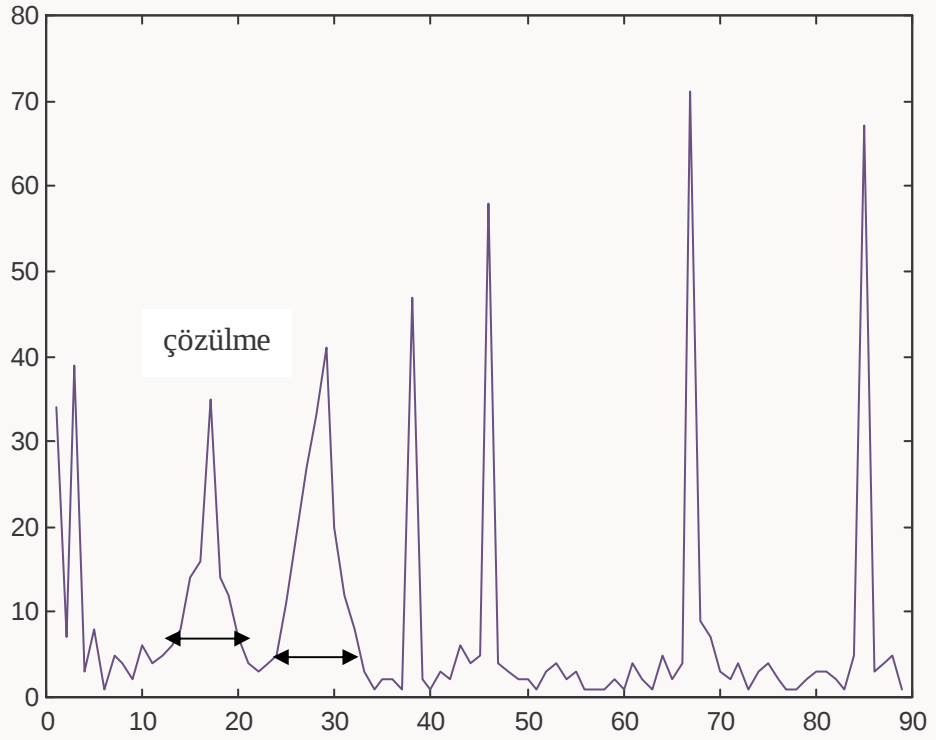
Şekil-1 Sahne geçişlerini geometrik tabanlı olarak saptayan ve sınıflandıran sistemin blok diyagramı



Şekil-2 Çevritlerin geometrik olarak modellenmesi



Şekil-3 Kesim türü geçişlerden oluşan hareketli görüntüye ilişkin FM histogramı



Şekil-4 Kesim ve çözülme türü geçişlerden oluşan hareketli görüntüye ilişkin FM histogramı

Tablo-1 Çeşitli hareketli görüntüler için elde edilen deneysel sonuçlar

Video	İçeriği	Sahne Sayısı	Doğru Saptanan Sahne Sayısı	Yanlış Saptanan Sahne Sayısı	Yanlış Alarm Sahne Sayısı
1	Spor	18	18	0	3
2	Haberler	16	16	0	2
3	Film	23	23	0	4
4	Reklam	20	20	0	2
5	Belgesel	17	17	0	1
6	Film	83	83	0	13
7	Film	95	95	0	11
8	Reklam	107	107	0	9
9	Film	47	47	0	7