

Arka Plan Kaydına Dayanan Blok Bazlı Hızlı Video Nesne Bölütlemesi

Oğuzhan URHAN Sarp ERTÜRK

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü
Kocaeli Üniversitesi, İzmit
{urhano, sertur}@kou.edu.tr

Özetçe

Bu çalışmada özellikle video konferans ve video telefon uygulamalarında kullanılabilir blok bazlı arka plan kaydına dayanan hızlı bir video nesne bölütlemesi yöntemi önerilmiştir. Önerilen yöntem uzam-zamansal bir bölütleme tekniği olarak sınıflandırılabilir. Temel olarak değişim algılama kullanılan yöntem, sadece ardarda gelen çerçevelerin farkını kullanmayıp daha eski çerçeveleri de kullanarak yavaş hareket eden veya kısa süreli duraklayan video nesnelere de bölütleyebilmektedir.

1. Giriş

Video nesnelere bölütlenmesi içerik temelli çoklu ortam uygulamalarında önemli rol oynar. Örneğin MPEG-4 video kodlama standardı görüntü dizinindeki her bir çerçeveyi video nesne düzlemlerine (Video Object Planes -VOPs) ayırarak çoklu ortam uygulamaları için esnek ve güçlü işlevsellikler sağlar. MPEG-4'ün temel ögesi olan video nesnelere ayırt edilebilmesi, farklı bit ve çerçeve oranlarında ayrı ayrı kodlanabilmelerine olanak sağlaması ve bunun da yüksek sıkıştırma oranlarına imkan vermesi açısından önemlidir. Ayrıca sunulan işlevsellikler, bit dizinde yapılacak basit işlemlerle orijinal görüntüde değişiklikler yapılmasına olanak sağlar [1].

Video nesne bölütlemesi teknikleri hareket temelli teknikler ve zaman-uzamsal teknikler olarak ikiye ayrılabilir [2]. Hareket temelli teknikler optik akış ve değişim algılama kullanan 2-boyutlu teknikler ve hareketten yapı tekniği ve parametrik tekniklerden oluşan 3-boyutlu teknikler olarak ikiye ayrılabilir. 2-boyutlu teknikler göreceli olarak daha az işlem yüküne sahip olması ve uygulanmasının basit olması ile birlikte güvenilirliği düşüktür. 3-boyutlu teknikler ise bazı varsayımlarla genel olarak iyi sonuçlar vermekle birlikte göreceli olarak işlem yükü fazladır. Uzam-zamansal bölütleme teknikleri uzamsal işlemler kullanıldığından yüksek işlem yükü getirmektedir ve çoğunlukla iyi bölütleme sonuçları elde etmek için ön plan nesnesin sürekli hareket halinde olması gerekmektedir.

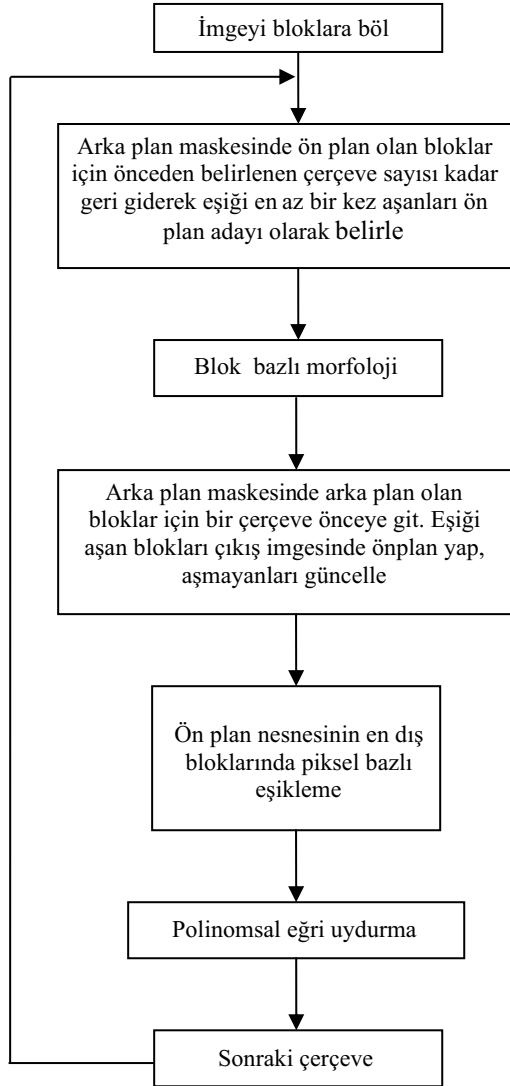
Literatürde birçok uzam-zamansal bölütleme yöntemi önerilmiştir. Örneğin aktif çevritler kenar bilgisi kullanarak uzamsal bölütleme yapmaktadırlar. Bununla birlikte bu teknikler ayrıntılı arka plan içeren görüntülerde etkisiz kalmaktadır. [3]'de sadece gradyan genliğini değil aynı zamanda yönünü de dikkate alan yönlü bir bölütleme yöntemi önerilmiştir. Önceki çerçevenin bölütleme sonuçlarından elde edilen parametreler bir sonraki çerçevenin bölütlenmesinde kullanılmıştır. Bu yöntemde kenar bilgisi bir kez hatalı elde edildiğinde, sorun sonraki çerçevelere de yansımaktadır.

[4]'de önerilen uzamsal yöntemde öncelikle üç aşamadan oluşan morfolojik bölütleme kullanılmıştır. İlk olarak bölütlemeyi kolaylaştırmak için morfolojik süzgeçler kullanılarak imge basitleştirilir. Daha sonra türdeş bölgeler işaretlenip watershed algoritmasına giriş olarak verilir. Bölge birleştirme aşamasında kendi önerdikleri optik akış kestirimi ve baskın hareket kestirimi ölçütü kullanılmıştır. Elde edilen nesnenin ilgin hareket parametreleri ile takibi ile hareketli nesne bölütlemesi tamamlanmıştır. Kim ve Hwang tarafından çevrit veya bölge bazlı diğer yöntemlerden farklı olarak hareketli kenarların elde edilmesine dayanan bir bölütleme yöntemi önerilmiştir [5]. Yöntem ardarda gelen çerçevelerin farkından elde edilen iki katlı kenar haritasının oluşturulması ile başlar. Önceki çerçeveye ait kenar noktalarının çıkarılmasından sonra elde edilen hareketli kenarlar video nesnenin elde edilmesinde kullanılır. Yöntemin işlem yükü düşüktür ve iyi bölütleme sonuçları vermektedir. Ancak yavaş hareket eden nesnelere için iyi sonuçlar elde edilemeyebilir.

[6]'de önerilen zamansal yöntem değişim algılama mantığına dayanmaktadır. Muhtemel ön plan bölgeleri, çerçeveler arası farka yüksek dereceli istatistiksel (higher order statistisc - HOS) önem testi uygulanarak algılanır. Bu aşamada sonuçlar tatmin edici olmadığından hareket bilgisi kullanılarak düzeltilmiştir. Ancak herhangi bir şekilde uzamsal bilgi kullanılmadığı için elde edilen sonuçlar nesne kenarlarına yaklaşmamıştır. [7]'de önerilen zamansal bölütleme yöntemi piksel bazlı arka plan kaydını temel almaktadır. Bu yöntem temel olarak arka arkaya gelen birkaç çerçevenin değişimini kullanır. Eğer piksel önceden belirlenen bir süre boyunca hareket etmiyorsa arka plan imgesine aktarılır ve bundan sonraki aşamada bu piksel için sadece bir önceki çerçeveye bakılarak karar verilir. Arka plan imgesinden büyük farklılık gösteren pikseller ön plan olarak alınır diğer pikseller ise arka plan olarak kabul edilir. Son olarak gürültülü bölgeleri yok etmek ve daha yumuşak nesne biçimi elde etmek için bu işlemlerin sonrasında, değişim algılama işleminin kendisinden daha fazla işlem yükü getiren piksel bazlı morfolojik süzgeçler kullanılmıştır. Ayrıca değişim algılama kullanan yöntemlerin genel sorunu olan gölge problemini aşmak için çerçeveler algoritmaya gradyan süzgecinden geçirilerek verilmektedir. Gerçek zamanlı çalışma için günümüz mikroişlemcilerinin veri yollarının 32-64 bit olmasından yararlanılarak paralel veri işleme kullanılmıştır. Yöntemi test ederken kullanılan görüntü dizinlerinde ya elde etme gürültüsü yoktur ve nesne yavaş hareket etmektedir ya da elde etme gürültü bulunmakta ve nesne hızlı hareket etmektedir. Bu tip görüntülerde yöntem çalışmakla birlikte hem yavaş hareket içerip hem de elde etme gürültüsü bulunduran görüntülerde istenilen sonuçlar elde edilemeyecektir.

2. Önerilen Bölütleme Yöntemi

Önerilen yöntemde bölütleme için temel olarak değişim algılama kullanıldığından, yöntem zamansal bir bölütleme yöntemi olarak sınıflandırılabilir. Klasik değişim algılama kullanan bölütleme yöntemleri sadece ardarda gelen çerçevelerin piksel bazlı farkının eşiklenmesini kullanmaktadır. Bu nedenle bu yöntemler genel olarak yavaş hareket eden veya kısa süreli duraklayan nesnelerin bölütlenmesinde iyi sonuç vermemektedir. Bu çalışmada daha eski çerçeveleri de kullanan bir blok bazlı bir değişim algılama yöntemi önerilmiştir. Önerilen yöntemin blok şeması Şekil 1’de verilmiştir.

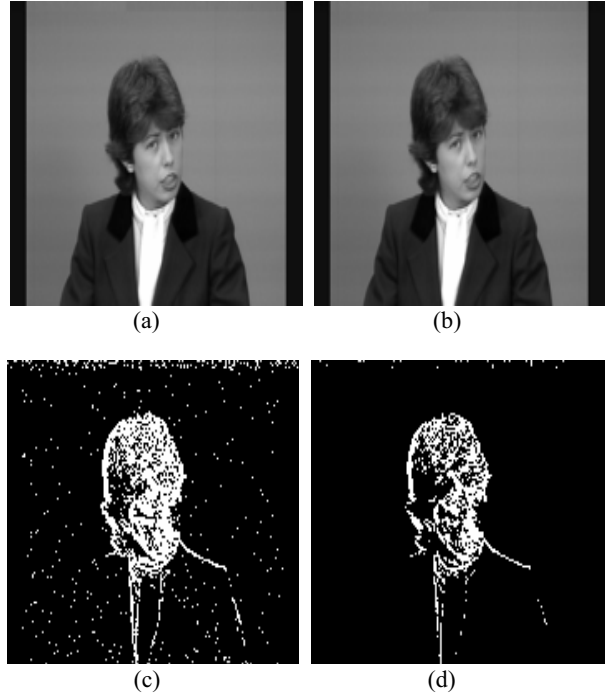


Şekil 1: Önerilen zamansal video nesne bölütlemesi yönteminin blok şeması.

2.1. Blok Bazlı Değişim Algılama

Değişim algılama kullanan bölütleme yöntemleri genellikle sadece o anki ve bir önceki çerçevenin piksel bazlı farkının eşiklenmesini kullanarak çerçevelerdeki değişimi algılamaya çalışır. Şekil 2’de “Claire” görüntü dizinin ardarda gelen iki

çerçevesinin değişik eşik değerleri için piksel bazlı farkının eşiklenmesi verilmiştir.



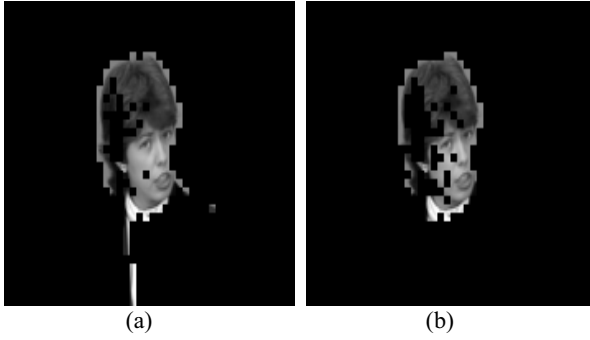
Şekil 2: Piksel bazlı çerçeve farkı. (a) Claire çerçeve #100. (b) Claire çerçeve #99. (c) Fark imgesi (eşik=2). (d) Fark imgesi (eşik=3).

Nesne hareketi göreceli olarak yavaş olduğu zaman kullanılacak düşük eşik değeri genel olarak hareket eden nesne bölgelerini ortaya çıkartmakla birlikte arka planda elde etme gürültüsüne neden olmaktadır. Kullanılacak göreceli olarak yüksek eşik değeri ise arka plan gürültüsünün üstesinden gelmekle birlikte elde edilen nesnenin doğruluğu azalmaktadır. Arka planda oluşan bu piksel bazlı gürültüleri engellemek için [7]’de piksel bazlı morfolojik işlemler kullanılmıştır, fakat bu işlemler yüksek miktarda hesapsal yük getirmektedir.

Bu çalışmada elde etme gürültüsü sorununu aşmak için piksel bazlı değişim algılama yerine blok bazlı değişim algılama yaklaşımı önerilmiştir. İmgeler öncelikle üst üste binmeyen (non-overlapping) bloklara bölünmüştür. Blok farkı, farkı alınacak çerçevelerdeki bloklarda aynı konuma denk düşen ilgili piksellerin farkının alınması ile elde edilir. Her blok için piksel bazlı farkların toplamının ortalaması ile tek bir fark ölçütü elde edilir. Bu ortalamanın alınması piksel bazlı gürültü etkisinin blok içerisinde eritilmesini sağlamaktadır. Şekil 3’de “Claire” görüntü dizinin ardarda gelen iki çerçevesinin blok bazlı farkının eşiklenmesi sonucunda elde edilen nesne bölgeleri gösterilmiştir.

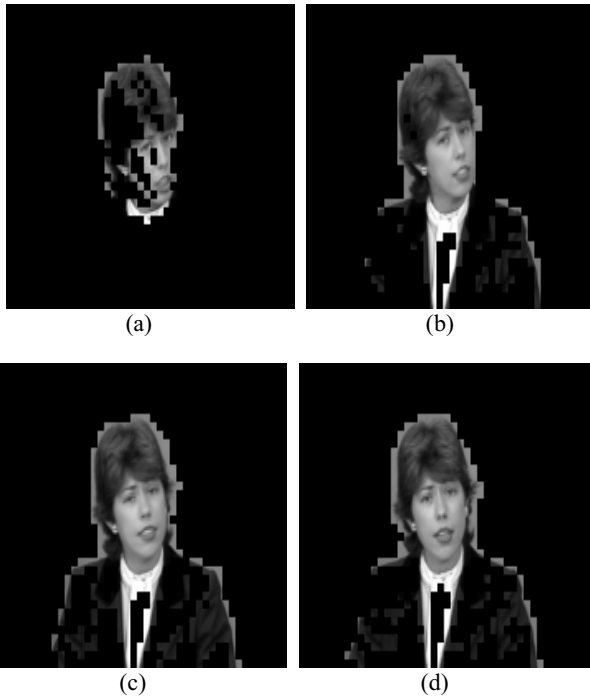
Eğer nesne yavaş hareket ediyorsa veya kısa süreli olarak duraklıyorsa o anki ve bir önceki çerçeve arasındaki fark doğru bölütleme için yetersiz olacaktır. Yavaş hareketler düşük değerli eşik ile algılanabilmekle birlikte elde etme gürültüsüne neden olmaktadır. Kısa süreli duraklamalar ise sadece ardarda gelen çerçevelerin farkı kullanılarak algılanamaz. Değişim algılama için sadece bir önceki çerçeveyi kullanmak yerine birkaç eski çerçeve daha

kullanılarak yavaş hareket eden ve kısa süreli duraklayan nesnelere algılanabilir.



Şekil 3 : Blok bazlı değişim algılama. (a) Blok bazlı fark imgesi (Claire #100,#99 eşik=1.5). (b) Blok bazlı fark imgesi (Claire #100,#99 eşik=2).

Birkaç eski çerçevenin kullanılması fazla bir hesapsal yük getirmeyecektir. Tipik olarak I, o anki çerçeveyi göstermek üzere, I-1, I-5, I-10, I-25 değişim algılama için kullanılabilir. Şekil 4’de geçmiş bazı çerçevelerde kullanılarak elde edilen blok bazlı değişim algılama sonuçları verilmiştir.

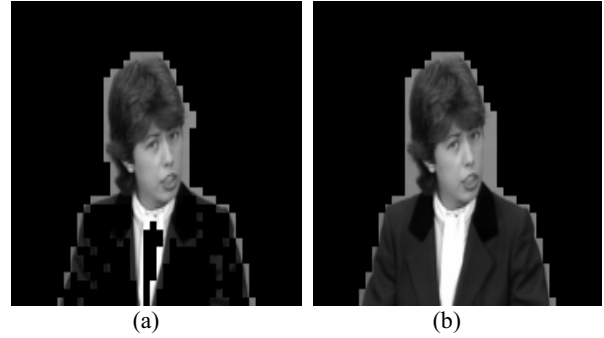


Şekil 4 : Eski çerçeveler kullanılarak blok bazlı değişim algılama. (a) “Claire” görüntü dizini #100,99. (b) #100,95. (c) #100,90. (d) #100,75.

Görüldüğü gibi bazı eski çerçeveler de kullanılarak nesne hatları genel olarak elde edilebilmektedir. Bölütleme sırasında bu blok bazlı farkların tümü değerlendirilmektedir. Bir bloğun arka plan olarak işaretlenmesi için geri gidilen bütün çerçevelerden o blok için arka plan bilgisi gelmesi gerekmektedir. Bu durumda ilgili blok arka maskesinde arka plan olarak işaretlenir ve blok arka plan imgesine aktarılır. Bir

kez arka plan olarak işaretlenen bloklar için sonraki aşamalarda sadece bir önceki çerçeveye ile arka plan imgesi karşılaştırılarak o çerçeve için bloğun durumuna karar verilir. Arka plan maskesinde ön plan olan bloklar için ise yine önceden belirlenen çerçeve sayısı kadar geri gidilerek bloğun durumuna karar verilir. Ancak çok yavaş hareket eden veya dokulu yüzey nedeni ile hareket etse bile ışıklılık değerlerindeki değişimin az olması nedeni ile belirlenen eşik değerin altında kalan bloklar hala arka plan olarak ortaya algılanmaktadır. Eski çerçevelerde dikkate alınarak elde edilen bölütleme sonucu Şekil 5(a)’da gösterilmiştir.

Bu sorunu aşmak için arka plan kaydı yapılmadan önce önplan içerisinde bulunan arka plan blokların yok edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, işlem yükü piksel bazlı morfolojiye göre çok düşük olan blok bazlı morfolojik kapatma (morphological closing) işlemi uygulanmıştır. Öncelikle ön plan olan bölgeler yayılarak (dilation) nesne bölgesi içerisindeki arka plan olan bloklar ön plan yapılmıştır. Bu aşamada fazlasıyla yayılan ön plan, aşındırma (erosion) işlemi ile kapatılarak blok bazlı olarak nesne biçimi elde edilmiştir. Morfoloji sonrası yapılan arka plan kaydı ile elde edilen bölütleme sonucu Şekil 5(b)’de gösterilmiştir.

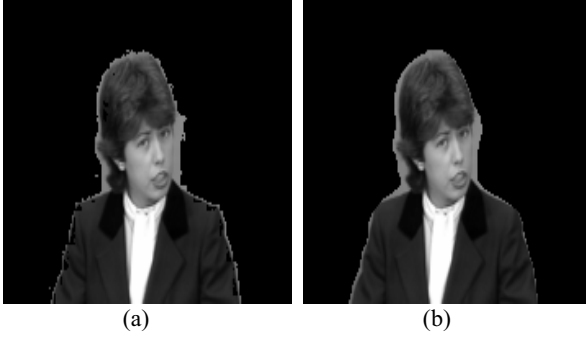


Şekil 5 : Morfoloji öncesi ve sonrası Claire #100 için bölütleme sonuçları. (a) Morfoloji öncesi. (b) Morfoloji sonrası.

2.2. Nesne Kenarlarının Oluşturulması

Blok bazlı morfoloji sonrasında elde edilen nesne biçimi bloklar halindedir. Nesne kenarlarına daha doğru şekilde yaklaşabilmek için ön plan nesnesinin en dış bloklarında piksel bazlı değişim algılama kullanılmıştır. Bu işlem sırasında yavaş hareketleri ve kısa süreli duraklamaları kaçırmamak için yine daha eski çerçeveler de göz önüne alınmıştır. Geri gidilen bütün çerçevelerde eşik altında olan pikseller arka plan olarak, diğerleri ön plan olarak değerlendirilmiştir. Piksel bazlı değişim algılama sonrasında elde edilen bölütleme sonucu Şekil 6(a)’da gösterilmiştir.

Bu aşamada piksel bazlı değişim algılama sırasında dokulu yüzey ve yavaş nesne hareketi nedeni ile yanlış sınıflandırmalarla karşılaşmaktadır. Nesne kenarlarının daha yumuşak ve düzgün bir şekilde elde edilmesi için düşük dereceli polinomsal eğri uydurma kullanılmıştır. Piksel bazlı değişim algılama sonrası nesne kenarlarını oluşturan her piksel için nesne kenarlarının konum bilgileri polinomsal eğri uydurma ile yeniden bulunmuştur. Elde edilen nesne kenarlarının içinde kalan bölgeler ön plan, dışında kalan bölgeler ise arka plan olarak değerlendirilmiştir. Bu işlem sonrasında elde edilen bölütleme sonucu Şekil 6(b)’de gösterilmiştir.

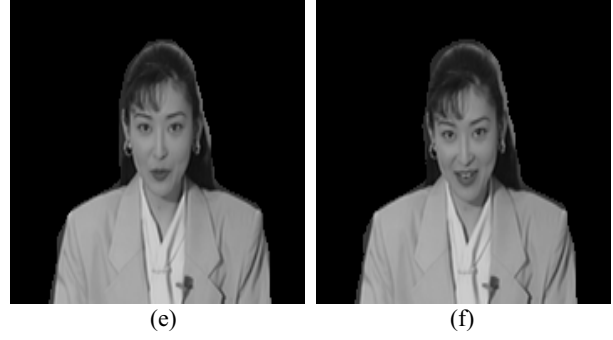


Şekil 6 : Nesne kenarlarının elde edilmesi. (a) Piksel bazlı değişim algılama sonrası "Claire" #100. (b) Polinomsal eğri uydurma sonrası "Claire" #100.

3. Bölütleme Sonuçları ve Uygulama

Yöntem özellikle yavaş hareket içeren "Claire", "Grandma" ve "Akiyo" görüntü dizinlerine için test edilmiş ve elde edilen bölütleme sonuçları Şekil 7'de verilmiştir. "Claire" dizininde yoğun elde etme gürültüsüne rağmen nesne kenarlarına yapılarak bölütleme yapılmıştır. "Grandma" dizini genellikle gövdenin çok yavaş hareket etmesi ve ara sıra kısa süreli duraklaması nedeni ile bölütleme yöntemlerinin testlerinde iyi sonuç vermediği için çoğunlukla kullanılmamaktadır. Örneğin, Meier ve Ngan tarafından önerilen yöntem "Grandma" dizininde test edildiğinde sadece kişinin baş kısmı bölütlenebilmiştir [8]. "Akiyo" dizini ise arka plan gürültüsü içermediğinden bölütlenmesi nispeten daha kolaydır.

"Claire" ve "Akiyo" görüntü dizinlerinde hareket algılanması aşamasında geçmiş 25 çerçeveden bazıları değerlendirilirken, "Grandma" görüntü dizini için geçmiş 100 çerçeveden bazıları ele alınmaktadır. Kullanılan eşik değerleri ve morfolojik elemanın boyutu deneme-yanılma yolu ile bulunmuştur. Ancak eşik değerleri çoğunlukla tüm dizinler için birbirine yakın ve genellikle 1-2 arasında kullanılmıştır.



Şekil 7 : Bölütleme sonuçları. (a) "Claire" #150. (b) #250. (c) "Grandma" #150. (d) #250. (e) "Akiyo" #150. (f) #250.

4. Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışmada özellikle video konferans ve video telefon uygulamalarında kullanılacak blok bazlı arka plan kaydına dayanan hızlı bir video nesne bölütleme yöntemi önerilmiş ve deneysel sonuçlar sunulmuştur. Bu tip görüntülerde kamera genellikle sabit olduğundan herhangi bir hareket dengeleme algoritması kullanılmamıştır. Önerilen blok bazlı değişim algılama yapısı ile elde etme gürültüsünün etkisi azaltılmaya çalışılmıştır. Klasik değişim algılamada kullanılan bir önceki çerçeve yerine daha eski çerçeveler de göz önüne alınarak yavaş hareket eden veya kısa süreli duraklayan nesne bulduran görüntü dizinleri için sağlıklı bölütleme yapılmıştır. Önerilen yöntemde yüksek hesapsal yük getirecek işlemler kullanılmadığından gerçek zamanlı bölütleme için uygundur. Yöntem, değişim algılama kullanılan diğer yöntemler gibi gölgeye karşı duyarlıdır. İleriki çalışmalarda yönteme gölge önlemleri ve uyarlamalı olarak eşik değeri tespiti eklenebilir.

5. Kaynakça

- [1] Sikora, T., "The MPEG-4 Video Standart Verification Model", *IEEE Trans. CSVT, Vol. 7, No. 1, 19-31, 1997.*
- [2] Zhang, D., and Lu, G., "Segmentation of Moving Object in Image Sequence : A Review", *Circuit, Systems and Signal Processing, 20(2), 143-182, 2001.*
- [3] Park, H., Schoepflin, T., and Kim, Y., "Active Contour Model with Gradient Directional Information : Directional Snake", *IEEE Trans. CSVT, Vol. 11, No. 2, 252-256, 2001.*
- [4] Zhong, D., and Chang, S.F., "An Integrated Approach for Content-Based Video Object Segmentation and Retrieval", *IEEE Trans. CSVT, Vol. 9, No. 8, 1259-1268, 1999.*
- [5] Kim, C., and Hwang, J.N., "Fast and Automatic Video Object Segmentation and Tracking for Content-Based Applications", *IEEE Trans. CSVT, Vol. 12, No. 2, 122-129, 2002.*
- [6] Neri, A., Colonnese, S., and Russo, G., "Automatic Moving Object and Background Sepataion", *Signal Processing, Vol. 66, 219-232, 1998.*
- [7] Chein, S.Y., Ma, S.Y., and Chen L.G., "Efficient Moving Object Segmentation Algorithm Using Background Registration Technique", *IEEE Trans. CSVT, Vol. 12, No.2, 577-586, 2002.*
- [8] Meier, T., and Ngan K.N., "Video Segmentation for Content-Based Coding", *IEEE Trans. CSVT, Vol. 9, No. 8, 1190-102, 1999.*