

Video Görüntülerindeki Periyodik Gürültülerin Yok Edilmesi

Asiye Erol, Meliha Ece Gürbüz, Ali Gangal
Karadeniz Teknik Üniversitesi
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
Trabzon

asiye@hacettepe.edu.tr, m_ecerurbuz@ktu.edu.tr, ali.gangal@ktu.edu.tr

Özet: Bu bildiri, video görüntülerindeki periyodik gürültülerin yok edilmesi konusu ele alınmakta ve frekans ekseninde çalışan bir süzgeçleme yöntemi önerilmektedir. Periyodik ve yarı periyodik gürültülerin her görüntü karesi için frekans eksenindeki koordinatları medyan süzgeç maskeleriyle otomatik olarak bulunmaktadır. Gürültü yok etme işlemi, çentik merkezleri ve sayıları algılanan gürültü içeriğine göre uyarlanan Butterworth çoklu-çentik süzgeçle gerçekleştirilmektedir.

1. Giriş

Video görüntüleri, parlaklığın sinüzoidal modülasyonu şeklinde gözüken rastlantısal olmayan periyodik gürültülerle bozulabilmektedirler. Bu tür gürültüler görüntüye bir motor veya bir elektromekanik aygıtın elektriksel girişim veya elektromagnetik girişim sonucu karışabilmektedir. Vibrasyon, half-tone ve moire patterns periyodik gürültülere diğer örnekler olarak verilebilir. Bir görüntü tarayıcısıyla taranırken tarayıcının rezolüsyonu görüntünün yüksek frekans bileşenlerine etki eder ve moire patterni oluşabilir. Tek yongalı video kameralardan elde edilen gri-düzeyle görüntülerde de bu etki oluşur. Biyomedikal işaretlerde de periyodik girişim ortaya çıkabilmektedir [1]. Periyodik gürültülerin uzamsal domende herhangi bir süzgeçleme tekniğiyle tamamen yok edilmesi şimdilik mümkün değildir. Örneğin, uzamsal domende çalışıldığında periyodik gürültünün azaltılması sırasında keskin kenarların keskinliğinin azalması gibi yan etkiler ortaya çıkar. Frekans domeninde ise, periyodik gürültülerin koordinatları kesin olarak bulunabilmektedir. Periyodik gürültünün frekans domenindeki bileşenlerinin genlikleri, çevresindeki frekans bileşenlerine göre belirgin bir büyüklük göstermektedir. Frekans eksenindeki tepelerin belirlenmesiyle kullanılacak süzgeçlerin merkezleri de belirlenmiş olmaktadır.

Periyodik gürültü frekans ekseninde bant durduran süzgeçlerle veya çentik süzgeçlerle azaltılabilmektedir [2,3]. Periyodik gürültü azaltma konusunda medyan süzgeçlemeye dayalı bir tekniğin iyi sonuçlar verdiği [1] de gösterilmiştir. [1] de periyodik gürültü bileşenleri medyan süzgeçlemeyle belirlenmekte ve süzülmemektedir. Ancak yarı periyodik gürültülerde gürültü tayfı tek bir tepe oluşturmamakta, asıl tepenin etrafında daha küçük tepelikler de oluşturmaktadır. Bu durumda medyan süzgeçleme ideal periyodik gürültü durumunda ancak iyi sonuç vermektedir. Önerdiğimiz çalışmada ise süzme işlemi çentik süzgeçlerle yapılmaktadır. Çentik süzgecin yarıçapı ise yarı periyodik gürültü bileşenlerini de süzecek şekilde belirlenebilmektedir.

2. Yöntem

Önerilen yöntemde, öncelikle görüntünün frekans genlik spektrumunu hesaplanmaktadır. Bu amaçla ele alınan görüntü karesine ayrık Fourier Dönüşümü uygulanmaktadır. M satır ve N sütundan oluşan $M \times N$ boyutlu bir $f(x, y)$ görüntüsünün Fourier dönüşümü $F(u, v)$,

$$F(u, v) = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \cdot e^{-j2\pi(ux/M + vy/N)} \quad (1)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Burada u , ve v frekans domenindeki eksenleri göstermektedir. Yukarıdaki dönüşüm, tayf merkeze göre simetrik olacak şekilde düzenlenmiştir. Böylece tayf üzerinde inceleme yapmak daha kolay olmaktadır. Periyodik gürültü bileşenleri tayf üzerinde merkeze göre simetrik olan tepeler oluşturmaktadır. Öncelikle bu tepelerin algılanması gerekmektedir. Önerdiğimiz periyodik gürültü algılama yönteminde, tepe algılama maskeleri tayf üzerinde üst üste binmeyecek şekilde gezdirilmektedir. Bu maskelerin tayfın merkezindeki alçak frekans bileşenlerini gürültü bileşeni gibi algılamaması için tayfın merkezine belli bir r yarıçapı kadar yaklaşmasına izin verilmektedir.

Pencere içerisindeki tayf bileşenlerinden maksimum genliğe sahip olanın genliği ve koordinatları belirlenmektedir. Bulunan maksimum değer yine pencere içerisindeki tayf bileşenlerinin genliklerinin medyanına oranı hesaplanmaktadır. Bu oran belli bir eşik değerini aşarsa gürültü olduğu varsayılmakta ve ilgili koordinat değerleri de gürültünün koordinatları olarak saptanmaktadır. Görüldüğü gibi her pencere için yalnızca bir gürültü koordinatı hesaplanabilmektedir. İdeal periyodik gürültülerde tayftaki tepeler tek bir piksel genişliğinde olacağından küçük pencere kullanarak algılama rezolüsyonu yüksek tutulabilir. Ancak yarı periyodik gürültülerde tayftaki tepeler tek piksel genişliğinde olmayıp ana tepenin etrafında daha küçük tepeler de oluşturarak yayılmış tepe görünümü verir. Bu durumda pencere büyüklüğü tayftaki gürültü tepesine göre küçük boyutta kalacağından gürültü algılama işlemi doğru çalışmaz. Bu nedenle pencere genişliği için bir alt sınır belirlenmelidir. Çalışmamızda yarı periyodik gürültüleri de algılayabilmek için pencere büyüklüğü 11x11 alınmıştır. Herhangi bir k ncı W_k penceresi içerisinde herhangi bir gürültü tayf bileşeni olup olmadığı

$$G_{W_k} = \begin{cases} 1 & , \max |F_{W_k}| - \text{med} |F_{W_k}| > T \text{ ise} \\ 0 & , \text{diger} \end{cases} \quad (2)$$

ifadesiyle test edilmektedir. Eşitliğin sağ tarafındaki 1, ilgili pencere içerisinde gürültü bileşeni olduğunu göstermektedir. Eğer bir pencere içerisinde T eşiği aşılsa maksimum değer olduğu koordinatta periyodik gürültü olduğu varsayılır. Bu koordinat pencere merkezinde olmak zorunda değildir. Bu yöntemle bir veya daha fazla sayıda periyodik gürültünün frekans domenindeki koordinatlarını otomatik olarak belirlenebilmektedir. Periyodik gürültüler söz konusu olduğunda her gürültü koordinatının merkeze göre simetriğinde de gürültü algılanır. Bir W_k penceresi içerisinde tespit edilen bir G_{W_k} gürültü bileşeninin koordinatları $((u - M/2 - u_i), (v - N/2 - v_i))$ ve $((u - M/2 + u_i), (v - N/2 + v_i))$ noktasındadır. Burada u_i $-M/2$ ile $M/2$ arasında pozitif bir tamsayı, v_i ise $-N/2$ ile $N/2$ arasında pozitif bir tamsayıdır.

Süzgeçleme işlemi, merkezleri ve sayıları videodaki gürültü içeriğine göre her görüntü karesi için otomatik olarak değişen Butterworth çoklu-çentik süzgeçle gerçekleştirilmiştir. Çentik merkezleri gürültü koordinatlarına denk düşecek şekilde ayarlanmaktadır. Her bir çentik çifti için transfer fonksiyonu (3) deki denklemle hesaplanmaktadır.

$$H_i(u, v) = 1 / \left(1 + \left[D_0^2 / (D_{i_1}(u, v) D_{i_2}(u, v)) \right]^n \right) \quad (3)$$

Burada $D_{i_1}(u, v) = \left[\left(u - \frac{M}{2} - u_i \right)^2 + \left(v - \frac{N}{2} - v_i \right)^2 \right]^{1/2}$, $D_{i_2}(u, v) = \left[\left(u - \frac{M}{2} + u_i \right)^2 + \left(v - \frac{N}{2} + v_i \right)^2 \right]^{1/2}$ ve D_0 süzgecin yarıçapını gösteren bir sabittir. Bir görüntü karesi için hesaplanacak transfer fonksiyonu sayısı belirlenen gürültü koordinat sayısı kadar olmaktadır. K algılanan gürültü koordinatı sayısı olmak üzere çoklu çentik süzgecin transfer fonksiyonu aşağıdaki gibi $K/2$ adet süzgeç transfer fonksiyonunun çarpımıyla elde edilmektedir:

$$H(u, v) = \prod_{i=1}^{K/2} H_i(u, v) \quad (4)$$

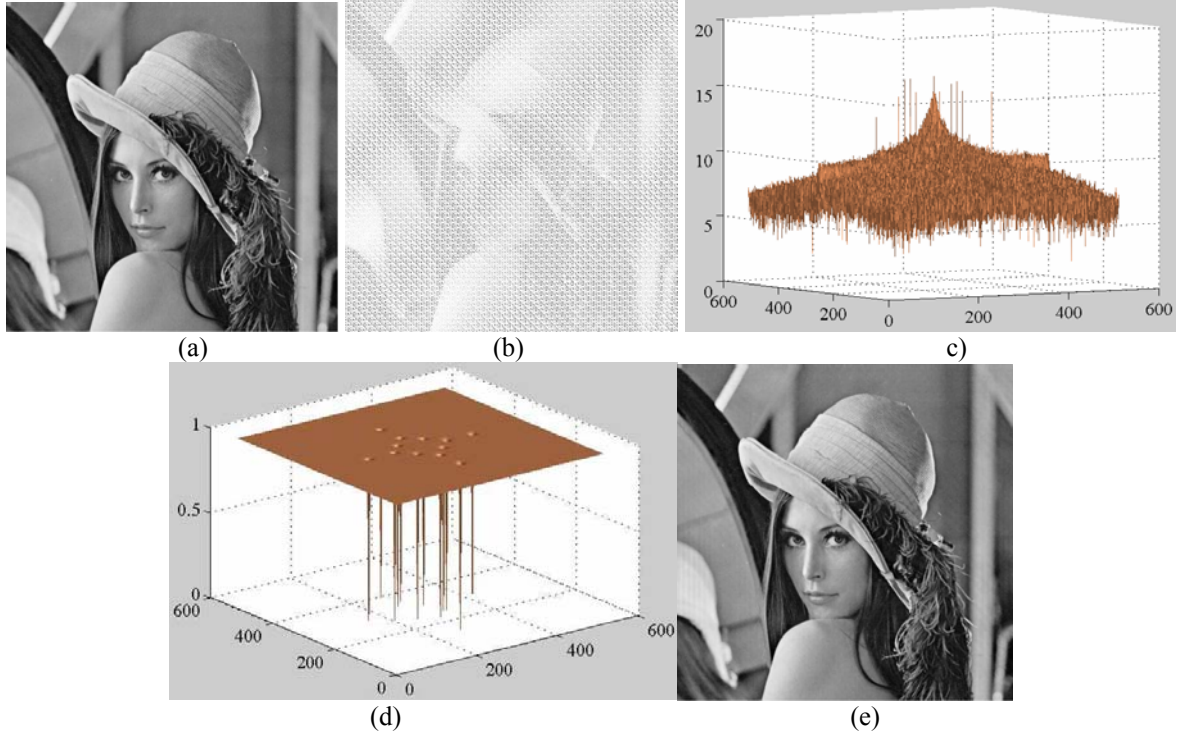
Bu süzgeç frekans domeninde görüntünün Fourier dönüşümüyle çarpıldıktan sonra ayrık ters Fourier dönüşümü yardımıyla uzamsal domene geçilerek onarılmış görüntü elde edilir.

$$\hat{f}(x, y) = \sum_{u=0}^{M-1} \sum_{v=0}^{N-1} H(u, v) F(u, v) e^{j2\pi(ux/M + vy/N)} \quad (5)$$

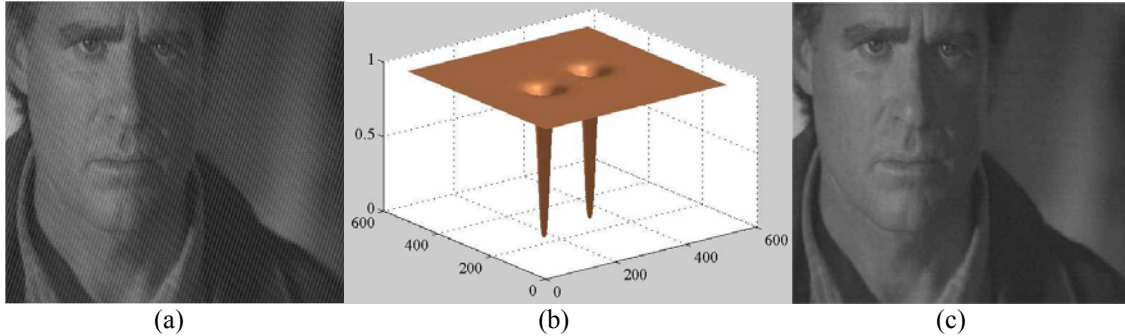
3. Simülasyon Sonuçları

Yapay olarak üretilen periyodik gürültülerle bozulmuş görüntüler ve gerçek gürültülü görüntüler üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda bu yöntemle periyodik gürültülerin çok iyi şekilde azaltıldığı ve yok edildiği gözlemlenmiştir. Şekil 1'de orijinal bir görüntüye yapay olarak üretilen bir periyodik gürültünün eklenmesi ve daha sonra önerilen yöntemle görüntünün onarılması gösterilmiştir. Butterworth süzgeç derecesi $n=2$ alınmıştır.

Şekil 2’de periyodik gürültü içeren televizyon görüntüsünde bir görüntü karesi ele alınarak iki farklı D_0 değeri için alınan sonuçlar gösterilmiştir. Görüldüğü gibi periyodik gürültüler otomatik çoklu çentik süzgeçler kullanarak başarılı bir şekilde yok edilebilmektedir.



Şekil 1.a) Orijinal bir görüntü, **b)** (0 64);(0 128); (32 32); (64 0); (128 0); (-32 32) koordinatlarında üretilmiş bir periyodik gürültünün orijinal görüntüye eklenmesiyle oluşan gürültülü görüntü, **c)** gürültülü görüntünün Fourier dönüşümünün genliğin logaritması alınarak çizilmiş üç boyutlu grafik, **d)** uygulanan Butterworth çoklu-çentik süzgeç ($n=2$ ve $D_0=2$), **e)** Onarılmış görüntü



Şekil 2.a) Periyodik gürültü içeren televizyon görüntüsünde bir görüntü karesi, **b)** 2.Derece $D_0=15$ yarıçaplı Butterworth çoklu-çentik süzgeç, **c)** Onarılmış görüntü

Kaynaklar

- [1]. Xuan Kong, Removing Periodic Noise in F-wave: A Dynamic Notch Filter Approach, Proceedings of the 25th Annual International Conference of the IEEE EMBS, Cancun, Mexico, September, 17-21, 2003, s. 2503-2506.
- [2]. R.C. Gonzalez, R. E. Woods, Digital Image Processing, Upper Saddle River, NJ, Prentice-Hall Inc, 2002.
- [3].I. Aizenberg, C. Butakoff, Frequency domain median-like filter for periodic and quasi-periodic noise removal, Proceedings of SPIE, Image Processing: Algorithms and Systems, Ed. : E. R. Dougherty, J. T. Astola, K. O. Egiazarian, May 2002, s. 181-191.
- [4] G. A. Al Hudhud, M. J. Turner, Digital removal of power frequency artifacts using a Fourier space median filter, IEEE Signal Processing Letters, Vol. 12, No:8, 2005, s. 573-576.