

GÖRÜNTÜLERDEKİ GAUSS GÜRÜLTÜSÜNÜ GİDERMEK İÇİN AKIM TAŞIYICILI ORTALAMA ALICI SÜZGEÇ DEVRESİNİN TASARIMI

Pınar ÇİVİCİOĞLU¹

Mustafa ALÇI²

¹Erciyes Üniversitesi, Sivil Havacılık Yüksekokulu, 38039, Kayseri

²Erciyes Üniversitesi, Müh. Fak., Elektronik Müh. Böl., 38039, Kayseri

¹e-posta: civici@erciyes.edu.tr

²e-posta: malci@erciyes.edu.tr

Anahtar sözcükler: Gauss Gürültüsü, Ortalama Süzgeçler, Akım Taşıyıcılar

ABSTRACT

In this paper, an analog average filter has been designed for the removal of Gaussian Noise from distorted images. A plus type second generation current conveyor has been used as the active element. The simulation of the circuit has been made by using the Lena image which was corrupted by Gaussian Noise. The performance of the realized analog filter circuit has been compared with the performance obtained by the classical average filter and adaptive Wiener filter which were carried out by using software. The advantage of the proposed current mode filter circuit is that it can be used simultaneously for removing the signals that suffer from Gaussian noise.

1. GİRİŞ

Akım taşıyıcıların voltaj modlu devrelere göre sağlamış oldukları avantajların ortaya konmasından sonra birçok devrenin tasarımında bu yapılardan yararlanılmıştır. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda akım taşıyıcıların; lojik kapı devreleri, kuvvetlendiriciler, süzgeçler, osilatörler, toplayıcılar, türev ve integral alıcılar, doğrultucular, indüktans simülatörleri, negatif impedans çeviricileri, kontrollü akım ve gerilim kaynakları gibi pek çok uygulama alanında kullanılabileceği gösterilmiştir [1-10].

Bu çalışmada akım taşıyıcılarının Gauss gürültüsü taşıyan görüntülerin onarılmasında kullanımı incelenmiştir. Devre yapısının analizinde PSPICE simülasyon programı kullanılmıştır.

2. AKIM TAŞIYICILAR

Yapılan çalışmada tanıtılan devre, akım modlu devre esasına dayanan akım taşıyıcılarla gerçekleştirilmiştir.

Akım modlu devreler, yüksek hız, büyük band genişliği, hassaslık gibi sağlamış oldukları yüksek performans özelliklerinden dolayı, özellikle son yıllarda daha fazla ilgi görmektedirler.

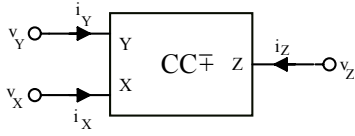
Akım taşıyıcılar, Smith ve Sedra tarafından tanıtıldıklarından beri birçok uygulamada yer almışlardır. Akım taşıyıcılar, genel olarak iki gruba ayrılırlar. Bunlardan ilki, birinci kuşak akım taşıyıcılar (CCI-First Generation Current Conveyor), diğeri ise ikinci kuşak akım taşıyıcılar (CCII-Second Generation Current Conveyor)'dır. Bunlar da kendi içlerinde pozitif ve negatif akım taşıyıcılar olarak ikiye ayrılırlar. Denk. (1)'de birinci kuşak akım taşıyıcılara, Denk. (2)'de ise ikinci kuşak akım taşıyıcılara ait genel matrisel ifadeler verilmiştir.

$$\begin{bmatrix} i_Y \\ v_X \\ i_Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & t & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} v_Y \\ i_X \\ v_Z \end{bmatrix} \quad (1)$$

Denk. (1)'deki t parametresinin +1 olması durumunda akım taşıyıcı CCI+ olarak, -1 olması durumunda ise CCI- olarak adlandırılmaktadır. CCI+ ile CCI- arasındaki tek fark, i_Z akımının i_X ile aynı ya da ters yönde olmasıyla ilgilidir.

$$\begin{bmatrix} i_Y \\ v_X \\ i_Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & t & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} v_Y \\ i_X \\ v_Z \end{bmatrix} \quad (2)$$

Denk. (2)'deki t parametresinin +1 olması durumunda akım taşıyıcı CCII+ olarak, -1 olması durumunda ise CCII- olarak adlandırılmaktadır. Şekil 1'de akım taşıyıcıların genel olarak blok halinde gösterimi verilmiştir.



Şekil-1. Genel bir akım taşıyıcının blok olarak gösterimi

CCII'lar, sistem tasarımında sağlamış oldukları basitlikler ve esnekliklerden dolayı CCI'lara göre daha fazla uygulama alanı bulmuşlar ve tasarımcılar daha çok CCII'ları tercih etmişlerdir. CCI'ların tercih edilmemesinin bir başka sebebi de birbiriyle tamamen özdeş olan PNP transistör gerektirmeleri ve bunların tümdevre olarak üretilmelerinin güç oluşudur [1].

3. GÖRÜNTÜ İŞARETLERİNE KARIŞAN GÜRÜLTÜ

Gürültü, işaretlerde bozulmaya sebep olan ve istenmeyen etkilerdir. Görüntüler üzerinde oluşan gürültü, görüntünün kameraya alınması ve kanaldan iletimi sırasında işarete karışır. Ölçüm hatası, sensör gürültüsü, film parçalarının düzgün olmaması ve atmosferik olaylar nedeniyle oluşan dalgalanmalar gibi çok değişik etkenler gürültüye sebep olurlar.

Dijital görüntü elde edilirken, görüntünün elektriksel işaretlere çevrilmesi ve ardından da örnekleme esnasında orijinal işarete gürültü karışmaya başlar. Her bir adımda, piksellerin gerçek parlaklık bilgisine rasgele bir gürültü eklenir.

Gürültü genellikle, olasılık karakteristikleriyle tanımlanır. Şiddeti frekansa göre değişmeyen ve beyaz gürültü olarak adlandırılan gürültü çeşidi, hesapları basitleştirdiği için sıkça kullanılır. Beyaz gürültünün özel bir çeşidi, Gauss gürültüsü olarak adlandırılır ve bu gürültü Gauss eğrisiyle verilen bir olasılık fonksiyonuna sahiptir. Birçok durum için Gauss gürültüsü yaklaşımı oldukça pratik sonuçlar vermektedir [11].

Gauss gürültüsü, Denk. (3) ifadesi kullanılarak tanımlanır:

$$\text{Histogram}_{\text{Gauss}} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(g-m)^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

Burada, g: griton seviyesi, m: Gauss gürültüsünün ortalama değeri ve σ : Gauss gürültüsünün standart sapması olarak tanımlanır.

Gauss gürültüsünün bastırılmasında en sık kullanılan süzgeçler, Ortalama Alıcı Süzgeç (OAS) [12-13] ve adaptif yapılı Wiener Süzgecidir (WS) [14].

Bu süzgeçler görüntü üzerine konvolüsyon işlemi ile uygulanırlar. f , [3x3] boyutlu OAS kerneli olmak üzere;

$$f = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

ile tanımlanır. Bu çalışmada tasarlanan akım taşıyıcılı ortalama alıcı devre yapısının simülasyonunda kullanılan Test görüntüsü (GL) Şekil-3.(b)'de gösterilmiştir. Test görüntüsünün ortalama alıcı süzgeç kullanılarak elde edilen onarılmış görüntüsü Şekil-3(c)'de verilmiştir.

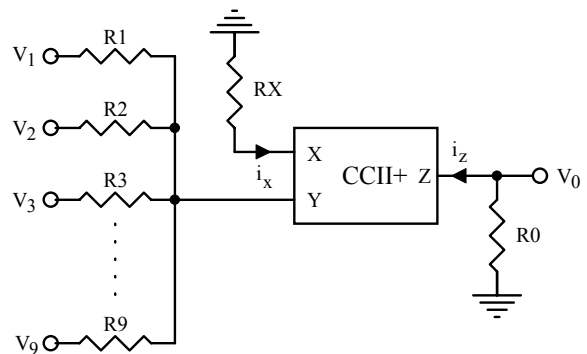
Wiener süzgeci [13] ve [14]'te ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Test görüntüsü Wiener süzgeci ile de geliştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir. Wiener süzgeci ile onarılan Test görüntüsü sonucu Şekil-3(d)'de gösterilmiştir.

4. TASARLANAN AKIM TAŞIYICILI ORTALAMA ALICI SÜZGEÇ DEVRESİ VE YAPILAN UYGULAMA

Ortalama alıcı süzgeçler, Gauss gürültüsü taşıyan görüntülerin iyileştirilmesinde çok sık kullanılır. Şekil 2'de, devrenin girişinden uygulanan 9 adet işaretin aritmetik ortalamasını alan akım taşıyıcılı ortalama süzgeç devresi verilmiştir. Kullanılan direnç değerleri, $R_x=R_0$ ve $R_1=R_2=R_3=...=R_9$ seçilmesi durumunda devre çıkışından,

$$V_0 = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_9}{9} \quad (5)$$

işareti elde edilmektedir.



Şekil-2. Akım taşıyıcılı ortalama alıcı süzgeç devresi

Tasarlanan devre yapısının simülasyonunda [256x256] piksel boyutlarına sahip Lena görüntüsü kullanılmıştır. Lena görüntüsü Şekil-3.(a)'da verilmiştir. Kullanılan test görüntüsünün elde edilmesi için Lena görüntüsüne

Denk. (3)'te verilen ifadeye uygun olarak Gauss gürültüsü eklenmiştir. Kullanılan Gauss gürültüsünün ortalama değeri 0 ve standart sapma değeri 0.01 olarak seçilmiştir. Görüntü, [3x3]'lük kayan pencerelere ayrılarak işlenmiştir. İşlenen pencerenin merkezinde bulunan piksel değeri, tasarlanan devre çıkışından elde edilen değerle değiştirilmiştir. Böylece, görüntü üzerinde var olan gürültünün belirli bir oranda bastırılması sağlanmıştır.

Tasarlanan devrenin simülasyonu iki şekilde yapılmıştır. Birinci simülasyonda CCII+ yapısı ideal olarak tanımlanmıştır (İdeal-Aritmetik Ortalama Alıcı Süzgeç/İ-AOAS) ve devrenin girişinden uygulanan işaretler, griton aralığında [0;255] ölçeklenmiştir. İkinci simülasyonda ise CCII+ yapısı için Analog Devices firması tarafından üretilen AD844 tümdevresinin yine Analog Devices firması tarafından tanımlanan makromodeli kullanılmıştır ve devrenin girişinden uygulanan işaretler [0;7.2] arasına ölçeklenmiştir. Her iki simülasyonda da PSPICE programından yararlanılmıştır.

Tasarlanan devre yapısının simülasyonunda İ-AOAS için elde edilen sonuç Şekil-3.(e)'de, AD844'ün makromodeli için elde edilen sonuç ise Şekil-3.(f)'de, verilmiştir.

Tasarlanan devre yapısının simülasyonundan elde edilen onarım sonucu, OAS ve Wiener süzgeci sonuçları ile kıyaslanmıştır. Elde edilen kıyaslama ölçütleri (Karesel Ortalama Hata : MSE, Pearson korelasyon katsayısı : r ve Tepe Sinyal-Gürültü Oranı: PSNR) Tablo 1'de verilmiştir.

Kıyaslamada kullanılan PSNR ölçütü şöyle tanımlanır:

$$PSNR=10 \log_{10} \left(\frac{I_{\max}^2}{MSE} \right) \text{ dB} \quad (6)$$

I_{\max} değeri, referans görüntünün en büyük griton değeridir. PSNR karşılaştırmalarında standart sağlamak için bu değer genellikle 255 olarak kullanılır. Bu çalışmada I_{\max} değeri olarak Şekil-3(a)'daki görüntünün en büyük griton değeri kullanılmıştır. Karesel ortalama hata değerinin (MSE) hesaplanmasında,

$$MSE=\frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (Y_{i,j} - S_{i,j})^2 \quad (7)$$

ifadesi kullanılır. Burada M görüntünün yatay boyutundaki, N ise dikey boyutundaki toplam piksel sayısıdır. $S_{i,j}$ orijinal görüntü pikselleri, $Y_{i,j}$ ise süzölmüş görüntü pikselleridir [15].

Pearson korelasyon katsayısı değeri r ,

$$r = \frac{\sum \sum (S - \bar{S}) (Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum \sum (S - \bar{S})^2 \sum \sum (Y - \bar{Y})^2}} \quad (8)$$

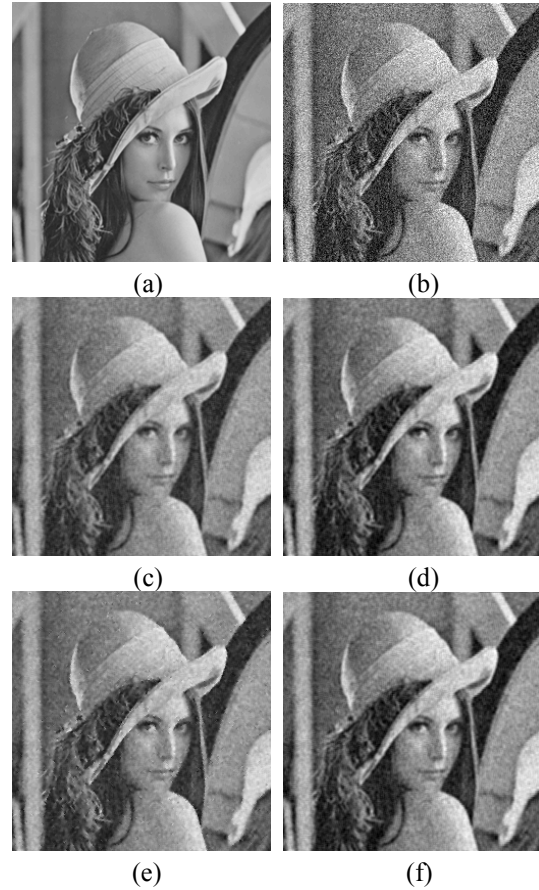
ile verilir. Burada,

$$\bar{S} = \frac{\sum \sum S}{M N} \quad (9)$$

ve

$$\bar{Y} = \frac{\sum \sum Y}{M N} \quad (10)$$

kullanılarak hesaplanır. S orijinal görüntü pikselleri, Y ise süzölmüş görüntü pikselleridir.



Şekil-3. Onarım (Restoration) Sonuçlarının Kıyaslanması

- (a) Orijinal Lena görüntüsü
- (b) Gürültülü Lena (GL)
- (c) Ortalama Alıcı Süzgeç (OAS)
- (d) Wiener Süzgeç (WS)
- (e) İdeal Akım Taşıyıcılı Ortalama Alıcı Süzgeç (İ-AOAS)
- (f) AD844 Akım Taşıyıcılı Ortalama Alıcı Süzgeç (A-AOAS)

Tablo-1. Görüntülerdeki kalite ölçütleri.

	MSE	r	PSNR
GL	639.9	0.88	19.36
OAS	113.3	0.97	26.88
WS	125.6	0.97	26.43
İ-AOAS	192.0	0.97	24.59
A-AOAS	198.8	0.97	24.44

6. SONUÇ

Tasarlanan akım taşıyıcılı ortalama alıcı süzgeç devresi ile gerçekleştirilen simülasyon sonuçları (İ-AOAS ve A-AOAS) ile klasik süzgeçlerden elde edilen onarım sonuçları (OAS ve WS) Tablo 1’de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi, geliştirilen süzgeç yapısı klasik OAS ve WS ile Pearson korelasyon katsayısı ölçütüne göre aynı değerleri üretmektedir. Korelasyonun geometrik benzerliğin bir göstergesi olduğu düşünülürse, önerilen İ-AOAS ve A-AOAS yapısının bilgisayar yazılımları kullanılarak gerçekleştirilen ideal OAS ve WS ile aynı oranda geometrik benzerliği sağladığı söylenebilir.

PSNR değerlerinin OAS ve WS için daha yüksek hesaplanmış olması bu yöntemlerden elde edilen onarım sonuçlarının daha yüksek görsel algılama kalitesi sağladığını göstermektedir. MSE kriteri açısından da önerilen süzgeç yapısı OAS ve WS’nin sağladığı sonuca oldukça yakın bir değer üretmiştir. Bunun temel nedeni MSE ölçütünün iki görüntünün bire bir piksel eşitliği analizi yapmasıdır. Elektronik elemanların klasik davranış modelleri akım taşıyıcılı süzgeç yapısının bilgisayar yazılımları ile hatasız olarak uygulanabilen ideal OAS ve WS’nin ürettiği sonuçlardan daha farklı piksel değerleri üretilmesine neden olur. Bununla beraber İ-AOAS ve A-AOAS’nin ürettiği piksel değerleri ile OAS ve WS tarafından üretilen piksel değerleri arasındaki fark çok küçüktür. Dolayısıyla, önerilen akım taşıyıcılı süzgeç yapısı oldukça yüksek bir performans sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Alçı M., Çivicioğlu P., Akım Taşıyıcılarla Gerçekleştirilen Kapı Devreleri Kullanılarak 2x4 Kod Çözücü Devresinin Tasarımı, ELECO’2000, pp. 18-22, Bursa, 2000.
- [2] Duncan R.A., Chan K.M., Sedra A.S., Designs for a Wideband Current Amplifier and a Current Conveyor, IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS-I: FUNDAMENTAL THEORY AND APPLICATIONS, Vol.41, pp.272-280, 1994.
- [3] Duncan R.A., Chan K.M., Sedra A.S., Designs for a Wideband Current Amplifier and a

- Current Conveyor, IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS-I: FUNDAMENTAL THEORY AND APPLICATIONS, Vol.41, pp.272-280, 1994.
- [4] Chang C. M., Novel Universal Current-Mode Filter with Single-Input and 3 Outputs Using Only 5 Current Conveyors, ELECTRONICS LETTERS, Vol.29, Iss.23, pp 2005-2007, 1993.
- [5] Alami M., Fabre A., Intensive Current Mode Bandpass Filter Implemented from Two Current Conveyors, ELECTRONICS LETTERS, Vol.27, No.11, pp.897-898, 1991.
- [6] Martinez P.A., Sabadell J., Aldea C., Celma S., Variable Frequency Sinusoidal Oscillators Based on CCII’, IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS-I: FUNDAMENTAL THEORY AND APPLICATIONS, Vol.46, pp.1386-1390, Nov. 1999.
- [7] Liu S.I., Hwang Y.S., Dual-Input Differentiators and Integrators with Tunable Time Constants Using Current Conveyors, IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT, Vol.43, pp.650-654, Aug. 1994.
- [8] Toumazou F.J., Lidgley S., Chattong S., High Frequency Current Conveyor Precision Full-Wave Rectifier, ELECTRONICS LETTERS, Vol.30, pp.745-746, 1994.
- [9] Wang H.Y., Lee C.T., Immitance Function Simulator Using A Single Current Conveyor, ELECTRONICS LETTERS, Vol. 7, pp. 574-576, 1997.
- [10] Elwakil A.S., Soliman A.M., Current Mode Chaos Generator, ELECTRONICS LETTERS, Vol.33, No.20, pp.1661-1662, 1997.
- [11] Sonka M., Hlavac V., Boyle R., Image Processing, Analysis and Machine Vision, Brooks/Cole Publishing Company, Pacific Grove, pp.35-37, 1999.
- [12] Glasbey C.A., Jones R., Fast Computation of Moving Average and Related Filters in Octagonal Windows, PATTERN RECOGNITION LETTERS, Vol.18, pp.555-565, June 1997.
- [13] Greene N., Heckbert P.S., Creating Raster Omnimax Images from Multiple Perspectives Views Using the Elliptical Weighted Average Filter, IEEE COMPUTER GRAPHICS AND APPLICATIONS 6, pp.21-27, June 1986.
- [14] Umbaugh S. E., Computer Vision and Image Processing, Prentice Hall Inc., London, pp.153-171, 1998.
- [15] Eng H.L., Ma K.K., Noise Adaptive Soft-Switching Median Filter, IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, Vol.10, pp.242-251, 2001.