

A Study on Effectiveness of Designed Composite Filter with Noise Reduction in Ultrasound Image for Diffuse Liver Disease

Jin-Soo Lee,¹ Changsoo Kim,² In-Chul Im,³ Sung-Hee Yang^{4,*}

¹Department of Radiology, University Haeundae Paik Hospital

²Department of Radiological Science, Catholic University of Pusan

³Department of Radiological Science, Donggeui University

⁴Department of Radiology, Ilsin Christian Hospital

Received: January 20, 2017. Revised: March 06, 2017. Accepted: April 30, 2017

ABSTRACT

This paper proposes a composite filter for noise reduction of image. To improve the image quality by reducing the noise in the liver ultrasound image, we tried to help the accurate image analysis. In the experiment, the top seven composite filters were selected by combining the Gaussian blur filter, the sharpening filter, and the median filter using the ATS-539 ultrasonic phantom, and applied to the ultrasound image in which this was done. As a result, it was found that the values of SNR, CNR and MSR all increased when the top seven composite filters were applied. In addition, PSNR of more than 30 dB, close to SSIM 1 showed that the image loss rate is small. Therefore, the appropriate application of the proposed composite filter in this research will be useful for accurate video reading and analysis.

Keywords: Liver ultrasound image, Noise reduction, Composite filter

I. INTRODUCTION

미만성 간질환의 종류로는 지방간(fatty liver), 만성 간염(chronic hepatitis), 그리고 간경변(liver cirrhosis) 등이 있으며 초음파 검사에서 미만성 간질환의 유무는 간의 전체적인 형태, 크기 뿐 만 아니라 간 실질의 에코에 대한 평가에 의해 이루어진다.^[1,2] 일반적으로 간질환의 검사 및 진단 방법에는 혈청학적 검사와 영상진단 그리고 조직병리 진단으로 나누어 시행되며, 전산화단층영상(CT), 초음파(US)가 널리 이용되고 있다.^[3] 전산화단층영상은 간의 해부학적, 구조적 이상과 여러 가지 국소 질환을 객관적으로 보이는 장점이 있지만 방사선피폭 및 조영제 부작용등의 단점이 있다. 하지만 초음파 검사는 탐촉자로 초음파를 실시간으로 간에 전파시켜 반사되어 나온 에코를 영상화하는 검사로 전산화단층촬영이나 자기공명영상과 비교하여 간편하게 시

행할 수 있고 환자에게 큰 불편감을 주지 않아 간경변이나 만성 간염 환자의 주기적 검사에 유용하며, 간에 생긴 국소 병변의 내부 특성을 파악하여 병변의 진단에 도움을 줄 수 있다.^[4] 지방간은 복부 초음파 검사상 나타나는 가장 흔한 질환이며, 복부단면 영상의 밝기정도를 측정하여 간조직의 지방화 정도를 판별하는 척도인 지방간 지수를 판독함으로써 진단이 이루어진다.^[5] 간경변은 특히 우리나라에서 유병률이 높고 주요 사망원인 중의 하나이다. 원인질환은 B형 간염 바이러스에 의한 만성 간질환이 48~70%로 가장 많고 알코올성 혹은 C형 간염바이러스에 의한 경우가 다음 순위를 차지한다.^[6] 간경변은 전형적인 초음파 소견이 있으면 쉽게 진단을 내릴 수 있으나 초기의 간경변과 고도의 만성 간염을 감별하는 것이 곤란한 경우가 매우 많고, 게다가 초음파검사를 이용한 미만성 간질환에 대한 판정과 등급의 진단에 있어 가장 큰 단점은 초음파 소견

*Corresponding Author: Sung Hee Yang E-mail: sonoyang@hanmail.netTel: +82-51-630-467

Address: Department of Radiology, Ilsin Christian Hospital, 34, Jeonggongdan-ro, Dong-gu, Busna, Republic of Korea

에서 검사자의 주관적인 의존도가 매우 높다는 것이다.^[7] 따라서 초음파영상에서의 질병 진단을 위한 영상의 해석은 다소 주관적일 수 있으며, 임상 의사의 경험이나 소견에 따라 조금씩 달라질 수 있다. 또한 최근 다양한 영상시스템의 특성상 화질의 저하(열화)와 예상치 않은 오류 등으로 인해 원 영상의 정보를 훼손하게 된다. 그러므로 더욱 정확한 영상학적 진단과 질환 감별 등에 있어 획득된 영상의 이러한 노이즈(잡음)의 제거는 전 처리 과정에서 필수적이라 할 수 있다.^[8]

이에 본 연구에서는 노이즈 감소를 위한 복합필터 제안과 간초음파영상에서 노이즈 감소를 통한 영상품질의 향상으로 정확한 영상판독과 해석에 도움을 주고자 한다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 실험재료

필터의 선정을 위하여 2003년 대한영상의학회와 대한초음파의학회가 정한 초음파영상의 평가를 위한 AT S-539 다목적 팬텀을 사용하였다. 또한 H 대학병원의 초음파검사실에서 사용 중인 초음파 장비(IU-22, Philips, USA)를 이용하여 조직등가팬텀에서 gray scale과 dynamic range를 평가하는 lower contrast object 6개를 50x50 크기로 영역을 지정한 영상을 바탕으로 필터선정 작업을 시행하였다. 필터링 및 필터선정 작업은 Image J (At the Research Services Branch, National Institute of Mental Health, Bethesda, Maryland, USA. Ver. 1.50i 26 March 2016)를 사용하여 SNR, CNR, MSR을 산출하였고 영상 손실률과 유사도를 알아보기 위해 icy (France-Bioimaging, France. Ver.1.7.3.0) 프로그램을 사용하여 MSE, PSNR SSIM을 산출하였다.

2. 실험방법

2.1 복합필터의 선정

관심영역은 Fig. 1과 같이 총 6개의 Desired Region of Interest(DROI)로 표시하였으며, 백그라운드는 undesired Region of Interest(UROI)로 표시하였다. 필터종류로는 영상의 거친 부분을 제거하여 부드럽게 하기위해 Smoothing 효과를 가지는 Gaussian blurring filter (5x5 filter mask, 2가지), 영상의 저주파 성분 부분이 유지

되면서 고주파 부분이 강조되는 Sharpening filter (3x3 filter mask 1가지, 5x5 filter mask 3가지), 경계선 등의 고주파 신호를 비교적 잘 보존하면서 노이즈를 제거하는 Median filter (3x3 filter mask 1가지)의 조합으로 하였다^[9]. Fig. 2는 필터를 처리한 영상의 SNR, CNR, MSR 수치를 비교, 분석하고 최종적으로 높은 수치를 나타낸 7개의 선정 복합필터이며, Fig. 3은 상위 개의 선정 복합필터 적용 영상이다. 전체 450여개의 복합필터 조합을 팬텀영상에 적용하여 정하였다.

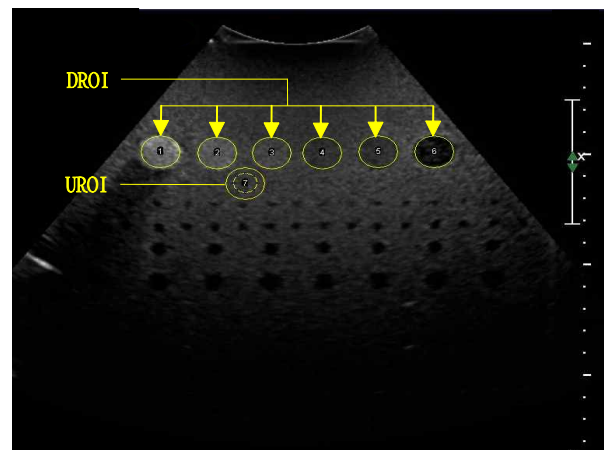


Fig. 1. DROI, UROI image in the sonographic phantom.

0.013	0.025	0.031	0.025	0.013
0.025	0.057	0.075	0.057	0.025
0.031	0.075	0.094	0.075	0.094
0.025	0.057	0.075	0.057	0.025
0.013	0.025	0.031	0.025	0.013

0.017	0.035	0.043	0.035	0.017
0.035	0.078	0.104	0.078	0.035
0.043	0.104	0.13	0.104	0.043
0.035	0.078	0.104	0.078	0.035
0.017	0.035	0.043	0.035	0.017

(a) 5x5 Gaussian filter

-0.11	-0.11	-0.11
-0.11	1.88	-0.11
-0.11	-0.11	-0.11

0	0	-0.05	0	0
0	0	-0.05	0	0
-0.05	-0.05	1.40	-0.05	-0.05
0	0	-0.05	0	0
0	0	-0.05	0	0

0	0	-0.05	0	0
0	-0.07	-0.07	-0.07	0
-0.05	-0.07	1.76	-0.07	-0.05
0	-0.07	-0.07	-0.07	0
0	0	-0.05	0	0

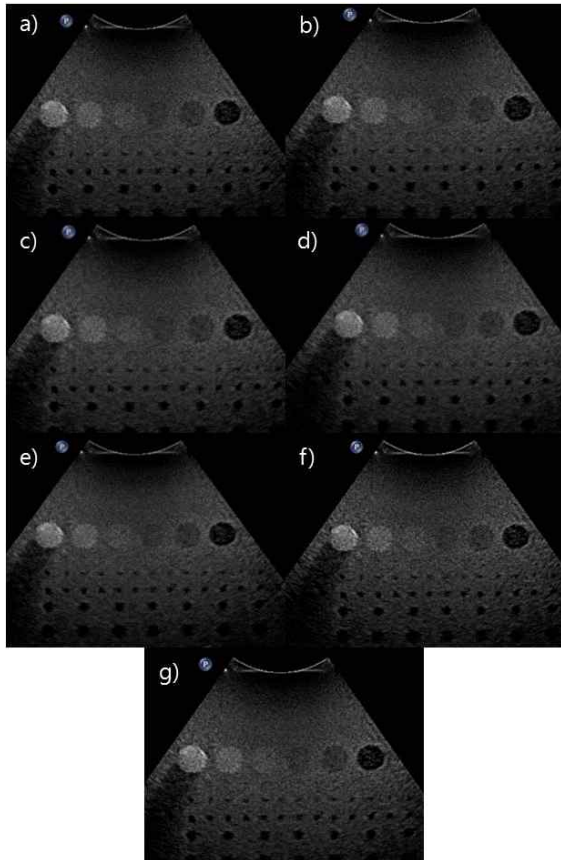
0	0	-0.05	0	0
0	-0.05	-0.07	-0.05	0
-0.05	-0.07	1.68	-0.07	-0.05
0	-0.05	-0.07	-0.05	0
0	0	-0.05	0	0

(b) 3x3, 5x5 Sharpening filter

0	1	0
1	1	1
0	1	0

(c) 3x3 Median filter

Fig. 2. Kernel mask for each filter



(a)~(g) composite filter image from 1 to 7

Fig. 3. Selected top 7 composite filter applied phantom images.

2.1.1 신호 대 노이즈비

신호 대 노이즈비 (Signal to Noise Ratio; SNR)란 신호와 노이즈의 비를 말하며, 최종적으로 발생하는 영상에서 신호와 노이즈, 신호의 불확실성과 부정확도의 정도를 나타내는 인자이다. 따라서 SNR 값의 상승은 신호의 증가와 노이즈의 감소를 의미한다. 획득된 팬텀 내의 영상에서 DROI와 UROI를 지정한 후 식 (1)을 이용하여 SNR을 산출하였다^[10-12].

$$SNR = \frac{Mean(DROI)}{SD(UROI)} \quad (1)$$

SD : Standard Deviation

DROI : Desired Region of Interest

UROI : Undesired Region of Interest

2.1.2 대조도 대 노이즈비

대조도 대 노이즈비 (Contrast to Noise Ratio; CNR)는 인접한 두 영역 사이의 SNR의 차이를 나타내는 인자이다. CNR 값이 클수록 대조도가 높은 것으로 평가되고 있다. 식 (2)를 이용하여 CNR을 산출하였다^[10-12].

$$CNR = \frac{Mean(DROI) - Mean(UROI)}{\sqrt{\frac{1}{2}(SD(DROI)^2 + SD(UROI)^2)}} \quad (2)$$

2.1.3 평균 대 표준편차비

평균 대 표준편차비 (Mean to Standard deviation Ratio; MSR)는 영상의 품질에 비례하며, 값이 높을수록 우수한 영상이다. 식 (3)을 이용하여 MSR을 산출하였다^[10-12].

$$MSR = \frac{u_d}{\sigma_d}$$

$$u_d = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N a(i, j) \quad (3)$$

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{1}{P \times Q} \sum_{i=1}^P \sum_{j=1}^Q (b(i, j) - u_d)^2}$$

u_d : mean value, σ_d : standard deviation

$M \times N$: size of u_d 's region of interest

$P \times Q$: size of σ_d 's region of interest

2.2 간 초음파영상의 복합필터 적용

팬텀 영상에 적용하였던 상위 7개의 복합필터를 Fig. 4와 같이 임상 초음파 영상에 적용한 후 원본 영상과 복합필터를 적용한 영상의 SNR, CNR, MSR 수치를 비교하였다. 그리고 실제 임상영상의 적용 타당성을 얻기 위해 팬텀 영상에서 나타난 결과와 동일한지를 비교, 확인하였다.

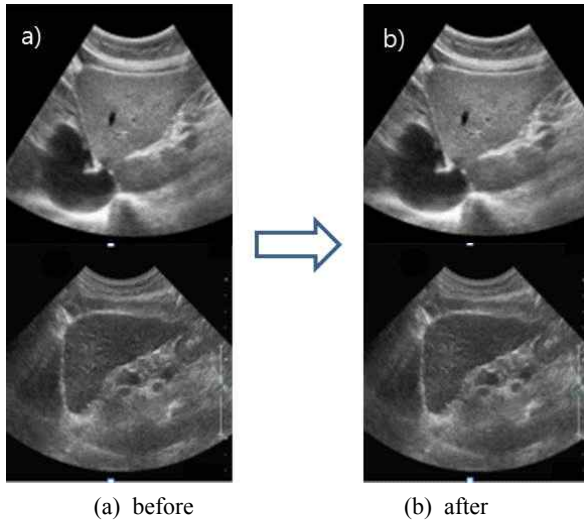


Fig. 4. Before and after application of composite filter.

2.3 영상 손실률 측정

임상영상에서 복합필터 적용 전, 후의 영상 손실률과 유사도를 알아보기 위해 icy(France-Bioimaging, France. Ver.1.7.3.0)프로그램을 사용하여 MSE, PSNR, SSIM을 산출하였다.

2.3.1 최대신호 대 노이즈비

최대신호 대 노이즈비 (Peak Signal to Noise Ratio; PSNR)를 말하며, 원본영상과 비교영상을 서로 비교하여 비교영상이 원본영상에 비해 손실정도를 측정하는 방법이다. 식(4)는 PSNR을 나타내며, 단위는 dB이다. 손실이 적을수록 높은 값을 가진다. 일반적으로 30 dB 이 넘으면 두 영상의 차이를 눈으로 구분하기 어려운 것으로 알려지고 있다^[13,14].

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{MAX^2}{MSE} \right) \quad (4)$$

$$MSE = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n (A_{ij} - B_{ij})^2 \quad (5)$$

MSE란 오차의 제곱에 평균 (Mean Squared Error; MSE)을 말하며, 식(5)로 나타낸다. 두 개의 같은 양의 data의 같은 위치에 대해 분산을 산출하는 것이다. 두 영상이 완벽하게 동일하다면 분자인 MSE가 0이므로 PSNR은 무한대가 된다^[13,14].

2.3.2 구조적 유사성

구조적 유사성 (Structural Similarity; SSIM)이란 두 영상 간의 유사성을 측정하기 위해 사용하며, 식(6)으로 나타낸다. 영상 품질의 손실은 영상신호자체의 구조적 왜곡에 의해 발생한다는 가정에 따라 영상의 구조적 왜곡을 측정하는 SSIM 방식이 제안되었다. SSIM은 1에 가까울수록 noise-free 영상과 높은 유사성을 보인다.^[15,16]

$$SSIM(x, y) = l(x, y)c(x, y)s(x, y)$$

$$l(x, y) = \frac{2\mu_x\mu_y + C_1}{\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1}$$

$$c(x, y) = \frac{2\sigma_x\sigma_y + C_2}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2}$$

$$s(x, y) = \frac{\sigma_{xy} + C_3}{\sigma_x\sigma_y + C_3}$$

$$= \frac{(2y_x y_y + c_1)(2\sigma_{xy} + c_2)}{(y_x^2 + y_y^2 + c_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)} \quad (6)$$

y_x : average of x , y_y : average of y

σ_x^2 : dispersion of x , σ_y^2 : dispersion of y

σ_{xy} : 'denominator' of x, y , $c_1 : (k_1 L)^2, c_2 : (k_2 L)^2$, L : dynamic range of pixel values, k_1, k_2 : scalar constant, $k_1 : 0.01, k_2 : 0.03$

III. RESULT

1. 복합필터의 선정

ATS-539 다목적 팬텀에 초음파를 이용하여 획득한 영상으로 Image J로 실험을 한 결과 Table 1과 같이 필터를 선정하였다. Table 2는 팬텀 영상에서 ROI 1에서 6까지의 복합필터 적용 평균값 결과로 Composite 1이 SNR 2.753, CNR 2.268, MSR 8.383으로 3가지 모두 가장 높게 나타났고, Composite 7이 SNR 2.682, CNR 2.210, MSR 8.126으로 가장 낮게 나타났다.

Table 1. Top 7 composite filter lists

Filter	Composite filter
Composite 1	Gaussian (5×5 0.013 ~ 0.094)+ Sharpening (5×5, 0, -0.05, 1.40)+ Median cross (3×3, 0, 1)
Composite 2	Gaussian (5×5 0.017 ~ 0.13)+ Sharpening (5×5, 0, -0.05, 1.40)+ Median cross (3×3, 0, 1)
Composite 3	Gaussian (5×5 0.013 ~ 0.094)+ Sharpening (3×3 -0.11, 1.88)+ Median cross (3×3, 0, 1)
Composite 4	Gaussian (5×5 0.013 ~ 0.094)+ Sharpening (5×5, 0, -0.05, -0.07, 1.76)+ Median cross (3×3, 0, 1)
Composite 5	Gaussian (5×5 0.013 ~ 0.094)+ Sharpening (5×5, 0, -0.05, -0.07, 1.68)+ Median cross (3×3, 0, 1)
Composite 6	Gaussian (5×5 0.017 ~ 0.13)+ Sharpening (5×5, 0, -0.05, -0.07, 1.68)+ Median cross (3×3, 0, 1)
Composite 7	Gaussian (5×5 0.017 ~ 0.13)+ Sharpening (3×3 -0.11, 1.88)+ Median cross (3×3, 0, 1)

Table 2. Result of applying composite filter on phantom image

Filter	SNR	CNR	MSR
Non filter	2.258	1.854	6.573
Composite 1	2.753	2.268	8.383
Composite 2	2.740	2.258	8.343
Composite 3	2.712	2.234	8.233
Composite 4	2.701	2.226	8.200
Composite 5	2.701	2.225	8.195
Composite 6	2.691	2.218	8.157
Composite 7	2.682	2.210	8.126

2. 간 초음파 영상의 복합필터 적용

제안된 복합필터들을 이용하여 H 병원에서 검사를 시행한 간 초음파영상의 임상 증례에 적용시켜 Table 3~5의 결과 값을 얻었다. 원본 영상에 비해 SNR, CNR, MSR이 모두 높게 나타났다.

Table 3. Result of applying composite filter on normal liver image

Filter	SNR	CNR	MSR
Non filter	3.290	1.096	14.359
Composite 1	4.160	1.128	18.188
Composite 2	4.161	1.128	18.190
Composite 3	4.090	1.127	17.876
Composite 4	4.083	1.127	17.838
Composite 5	4.069	1.127	17.787
Composite 6	4.058	1.126	17.738
Composite 7	4.033	1.125	17.629

Table 4. Result of applying composite filter on fatty liver image

Filter	SNR	CNR	MSR
Non filter	5.020	3.970	10.973
Composite 1	6.459	4.912	14.133
Composite 2	6.449	4.922	14.111
Composite 3	6.341	4.837	13.872
Composite 4	6.232	4.771	13.632
Composite 5	6.295	4.811	13.770
Composite 6	6.285	4.819	13.746
Composite 7	6.326	4.845	13.836

Table 5. Result of applying composite filter on liver cirrhosis image

Filter	SNR	CNR	MSR
Non filter	0.059	0.050	4.246
Composite 1	0.075	0.063	4.948
Composite 2	0.071	0.061	4.968
Composite 3	0.072	0.062	4.874
Composite 4	0.070	0.060	4.895
Composite 5	0.073	0.062	4.852
Composite 6	0.070	0.059	4.875
Composite 7	0.072	0.061	4.816

Table 3은 정상 간 영상에서 복합필터 적용의 실험 결과로서 Composite 2에서 SNR 4.161, CNR 1.128, MSR 18.190으로 가장 높게 나타났다. Table 4는 지방 간 영상에서 복합필터 적용의 실험결과로서 Composite 1에서 SNR 6.459, MSR 14.133, Composite 2에서 CNR 4.922로 가장 높게 나타났다. Table 5는 간경변 영상에서 복합필터 적용의 실험결과로서 Composite 1에서 SNR 0.075, CNR 0.063, Composite 2에서 MSR 4.968로 가장 높게 나타났다.

3. 영상 손실률 및 유사도 측정

Table 6-8은 복합필터 적용 영상의 손실률 및 유사도 측정을 위해 원본 영상과 복합필터 적용 영상에서 산출된 MSE, PSNR, SSIM의 결과 값이다.

Table 6은 정상 간 영상에서의 MSE, PSNR, SSIM 결과 값으로서 PSNR 41.47~42.45의 범위를 나타내었고, SSIM 0.96~0.97의 범위를 나타내어 원본과의 영상 손실이 적고 유사도가 높은 것으로 나타났다.

Table 7은 지방간 영상에서의 MSE, PSNR, SSIM 결과 값으로서 PSNR 34.97~36.64 범위를 나타내었고, SSIM 0.88~0.92의 범위를 나타내어 원본과의 영상 손실이 적고 유사도가 높은 것으로 나타났다.

Table 8은 간경변 영상에서의 MSE, PSNR, SSIM 결과 값으로서 PSNR 36.87~37.66의 범위를 나타내었고, SSIM 0.92~0.93의 범위를 나타내어 원본과의 영상 손실이 적고 유사도가 높은 것으로 나타났다.

Table 6. Results of MSE, PSNR, and SSIM in normal liver image

Filter	MSE [dB]	PSNR [dB]	SSIM
Composite 1	4.63	41.47	0.96
Composite 2	4.52	41.58	0.96
Composite 3	4.09	42.01	0.97
Composite 4	3.90	42.22	0.97
Composite 5	4.00	42.11	0.97
Composite 6	3.70	42.45	0.97
Composite 7	3.83	42.30	0.97

Table 7. Results of MSE, PSNR, and SSIM in fatty liver image

Filter	MSE [dB]	PSNR [dB]	SSIM
Composite 1	15.35	36.27	0.91
Composite 2	20.71	34.97	0.88
Composite 3	18.42	35.48	0.89
Composite 4	17.67	35.66	0.90
Composite 5	18.35	35.49	0.89
Composite 6	18.88	35.37	0.89
Composite 7	14.1	36.64	0.92

Table 8. Results of MSE, PSNR, and SSIM in liver cirrhosis image

Filter	MSE [dB]	PSNR [dB]	SSIM
Composite 1	13.25	36.91	0.92
Composite 2	13.38	36.87	0.92
Composite 3	11.87	37.39	0.93
Composite 4	11.16	37.66	0.93
Composite 5	11.66	37.46	0.93
Composite 6	11.86	37.42	0.93
Composite 7	11.93	37.36	0.93

IV. DISCUSSION

본 연구에서는 노이즈 감소를 위한 복합필터 제안과 간초음파영상에서 노이즈 제거를 통한 영상품질의 향상으로 정확한 영상 해석에 도움을 주고자 연구를 진행하였다. 본 연구에서 제안된 7가지의 복합필터를 실제 임상영상에 적용하였을 때, SNR, CNR, PSNR의 정량적 지표가 높아져 노이즈가 감소하였다. 파라미터의 개념을 생각해보았을 때, 값의 상승을 보이므로 복합필터가 영상개선에 도움이 되었다고 생각된다. 필터 종류에 따른 값의 차이에 대한 예상되는 근거로는 필터에서의 kernel size와 kernel 내 사용된 숫자 조합의 차이로 인한 것이라 생각되며, 특히 Sharpening (5×5, 0, -0.05, 1.40) 필터가 SNR, CNR, MSR 값의 상승에 주로 기여했다고 판단된다.

임 등⁸⁾의 연구에서도 제안한 노이즈 제거 필터를 사용하여 영상을 개선시켰으며, 본 연구에서도 복합 필터들을 사용하여 개선된 영상획득 할 수 있었다. 저주파

강조의 효과를 가지는 Gaussian filter와 고주파 성분을 강조하는 Sharpening filter, 그리고 고주파 신호를 보존하며 노이즈를 제거하는 smoothing을 통하여 초음파영상에서 미세 노이즈제거를 기대하였고 그 후 sharpening의 일종인 High pass filter를 사용하여 Gaussian filter에서 놓칠 수 있는 경계 강조를 보완할 것이라 예상하였다. 추가적으로 고주파 신호를 살리면서 노이즈를 제거하기 위해 Median filter를 사용하였다. 이러한 복합 필터로 변환한 영상을 신뢰성 있는 파라미터로 증명하였을 때 처음 예상과 상응하는 결과가 도출되었다. 이러한 결과는 민 등^[7]이 plain 영상에 적용하였으나 좋은 결과를 얻지 못한 것으로 보고한 것과는 달리 본 연구에서는 개선된 영상 획득할 수 있었다. 이는 초음파영상이 speckle영상이며, 이러한 파(wave)의 간섭효과에 의해 발생할 수 있는 speckle을 완화시키는 효과 때문에 개선된 영상을 획득할 수 있었던 것으로 보인다. 결과적으로 영상판독과 해석에 장애를 초래하지 않고 임상적으로 유용할 것으로 판단된다.

필터 적용 후의 영상 손실이 적고 유사도가 높음을 증명하기 위해서 PSNR, SSIM을 이용하여 손실률과 유사도 평가를 진행하였다. 제시된 모든 경우에서 PSNR 값이 30 dB보다 높은 값을 나타내었으며, 나아가 PSNR 값의 범위로 정상간과 비정상간 (지방간과 간경변)의 정량적, 객관적 진단에 보조적으로도 활용 될 수 있을 것이라 생각된다. SSIM은 정상, 지방간, 간경변의 모든 경우에서 1에 가까운 값을 보여 영상 손실이 적음과 동시에 영상의 구조적 차이가 없음을 알 수 있었다.

V. CONCLUSION

본 연구에서 제안한 복합필터들 중 SNR, CNR, MSR 이 가장 높게 나타난 composite 1과 composite 2의 사용은 영상의 노이즈 감소 효과와 동시에 화질의 개선을 통해 술자의 주관에 의존하고 있는 초음파검사에서 진단적 가치를 향상시키고 의료영상의 판독과 해석에 도움이 될 것이다.

또한 본 연구를 근간으로 추가적인 필터적용 연구가 더 많이 진행된다면 더욱 개선된 의료영상의 획득으로 정확한 진단이 가능할 것이며, 객관적이고 정량적인 질환 감별의 보조적인 수단으로 활용 될 것으로 기대된다.

Reference

- [1] Y. S. Kim, "Practical Ultrasonography in Hepatobiliary system", Single Topic Symposium, Vol. 2013, No. 1, pp. 28-40, 2013.
- [2] Y. D. Lee, S. U. Jeon, S. Y. Lee, J. H. Park, S. S. Ha, D. H. Kim, W. Y. Tak, Y. O. Kwon, S. K. Kim, Y. H. Choi, J. M. Jung, D. J. Kim, H. I. Bae "Diagnostic Accuracy of Ultrasonography-guided Needle Biopsy of the Liver as determined by Postsurgical sampling", Clinical and Molecular Hepatology, Vol. 6, No. 3, pp. 321-327, 2000.
- [3] C. S. Kim, S. J. Ko, S. S. Kang, J. H. Kim, D. H. Kim, S. Y. Choi, "Computer-Aided Diagnosis for Liver Cirrohsis using Texture features Information Analysis in Computed Tomography", J. Korean Contents Association, Vol. 12, No. 4, pp.358-366, 2012.
- [4] J. S. Lee, C. S. Kim, "Image Analysis of Diffuse Liver Disease using Computer-Aided Diagnosis in the Liver US Image", Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 9, No. 4, pp. 233-240, 2015.
- [5] H. J. Chang, R. T. George, K. H. Schuleri, K. Evers, K. Kitagawa, J. A. Lima, A. C. Lardo, "Prospective Electrocardiogram-gated delayed enhanced multidetector computed tomography accurately quantifies infarct size and reduces radiation exposure", JACC, Cardiovascular Imaging, Vol. 2, Issue 4, pp. 421-420, 2008.
- [6] K. S. Jung, H. S. Min, Y. S. Song, "Effect of Structured Information Provided on Self Care Knowledge, Self Care Performance, and Functional Status of Liver Cirrhosis Patients", Korea Journal of Rehabilitation Nursing, Vol. 10, No. 1, pp. 29-36, 2007.
- [7] J. S. Lee, S. J. Ko, S. S. Kang, J. H. Kim, D. H. Kim, C. S. Kim, "Quantitative Evaluation of Image Quality using Automatic Exposure Control & Sensitivity in the Digital Chest Image", IThe Korea Contents Society, Vol. 13, No. 8, pp. 275-283, 2013.
- [8] J. W. Lim, E. G. Kim, "Noise Reduction by Filter Improvement in Mixed Noise Image", Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea, Vol. 50, No. 5, pp. 231-241, 2013.
- [9] S. Y. Shin, M. H. Lim, K. E. Kim, "Digital Image Processing of Side Scan Sonar for Underwater Man-made Structure", Journal of the Korean Society of

Marine Engineering, Vol. 33, No. 2, pp. 344-354, 2009.

- [10] S. S. Hong, H. C. Kim, "A study on Dose and Image Quality according to X-ray Photon Detection Method in Digital Radiography System", Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea, Vol. 50, No. 12, pp. 247-253, 2013.
- [11] L. Wang, J. Lu, Y. Li, T. Yahagi, T. Okamoto, "Noise Removal for Medical X-ray Images in Wavelet Domain", Electrical Engineering in Japan, Vol. 163, No. 3, pp. 237-244, 2008.
- [12] P. Bao, Zhang. L. Zhang, "Noise reduction for magnetic resonance images via adaptive multiscale products thresholding", IEEE Tra, Vol. 39, No. 11, pp. 625-636, 2014.
- [13] S. C. Kim, B. I. Kim, "Analysis on Subjective Image Quality Assessments for Smart Phone/Pad Environments", Electronics and Telecommunications Trends, Vol. 28, No. 3, pp. 125-136, 2013.
- [14] K. S. Kang, J. H. Lee, "Appraisal of MRI Image", Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 3, No. 4, pp.13-20, 2009.
- [15] Z. Wang, C. Bovik, H. R. Sheikh, E. P. Simoncelli, "Image Quality Assessment: From Error Visibility to Structural Similarity", IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 13, No. 4, pp. 600-612, 2004.
- [16] J. H. Jang, Y. S. Kim, "The study of image quality evaluation and compression method using contourlet transform", Journal of the semiconductor and display technology, Vol. 9, No. 4, pp. 57-61, 2010.
- [17] J. H. Min, J. M. Kim, H. W. Jung, C. I. Ok, "Research About Filter Association and Clinical Effect Noise Reduction of Digital Medical Imaging System", Korean Society of Radiological Science, Vol. 30, No. 4, pp. 344-354, 2007.

미만성 간질환의 초음파 영상에서 노이즈 감소를 위한 복합필터의 설계 및 유용성에 관한 연구

이진수,¹ 김창수,² 임인철,³ 양성희^{4,*}

¹인제대학교 해운대백병원 영상의학과

²부산가톨릭대학교 보건과학대학 방사선학과

³동의대학교 방사선학과

⁴일신기독병원 영상의학과

요 약

본 연구는 영상의 노이즈 감소를 위한 복합필터 제안과 간 초음파영상에서 노이즈 제거를 통한 영상품질의 향상으로 정확한 영상 해석에 도움을 주고자 하였다. 실험은 ATS-539 다목적용 초음파팬텀을 이용하여 Gaussian blurring filter, Sharpening filter, Median filter의 조합으로 상위 7개의 복합필터를 선정하고 이를 간 초음파영상에 적용하였다. 그 결과 상위 7개 복합필터 적용하였을 때 SNR, CNR, MSR 값이 모두 증가하는 것으로 나타났다. 이 중 복합필터 1과 2가 가장 높은 값을 나타내었다. 또한 PSNR 30 dB이상, SSIM 1에 가까운 결과값을 나타내어 영상의 손실률이 적음을 알 수 있었다. 따라서 본 연구에서 제안한 복합필터의 적절한 적용은 정확한 영상의 판독과 해석에 도움을 줄 수 있을 것이다.

중심단어: 간 초음파영상, 노이즈 감소, 복합필터