

## PSNR Analysis of Ultrasound Images for Follow-up of Hepatocellular Carcinoma

Junhaeng Lee

*Dept. of Radiology, Nambu University*

### 간세포암 추적관찰 초음파영상의 PSNR 분석

#### Abstract

In this paper, a method was proposed for objective and scientific judgment on disease conditions that is currently relied on subjective judgment of ultrasound practitioners. In the proposed method, mean squared errors (MSE) in ultrasound images for follow-up of HCC patients were obtained and the Peak Signal to Noise Ratio(PSNR) of the ultrasound images was analyzed. According to the results of analysis, MSE and PSNR values changed over time. This is attributable to changes in ultrasound images resulting from increases in ultrasonic echoes following the progression of HCC.

The results of the present study can be used as a method for scientific and objective judgment in ultrasonic scan instead of current subjective judgment by practitioners.

Key Words : HCC, Ultrasound, MSE, PSNR

#### 요약

본 연구에서는 술자의 주관적인 판단에 의존하고 있는 질환 여부의 판정을 객관적이고 과학적인 방법으로 판정하기 위한 방안을 제안하였다. 제안된 방법에서는 간세포암 환자를 추적관찰 한 초음파영상을 MSE(Mean Squared Error : 평균제곱오차)를 구한 후 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)분석을 하였다. 분석한 결과 시간이 지남에 따라 MSE 값과 PSNR값이 변화함을 알 수 있었다. 이러한 이유는 간세포암이 진행됨에 따라 초음파 에코의 증가로 초음파영상의 변화에 기인하는 것이다.

본 논문의 결과는 술자의 주관적인 판단에 의하여 행해지고 있는 초음파 검사를 과학적이고 객관적인 판정을 할 수 있는 방법으로 활용될 수 있을 것이다.

중심단어: 간세포암, 초음파검사, MSE, PSNR

## I. INTRODUCTION

초음파영상(ultrasound imaging)이란 우리 귀에 들리지 않는 높은 주파수의 음파를 인체 표면에서 인체 내부로 보낸 후 내부에서 반사되는 음파를 영상화시킨 것이다.

초음파검사(ultrasonography, sonography)는 초음파 영상을 실시간으로 얻기 때문에, 장기의 구조뿐 아니라 운동까지도 관찰할 수 있으며, 혈관 내부의 혈류도 측정할 수 있다. 인체에 해로운 방사선을 사용하지 않으며, 통증 없이 신속하게 검사를 할 수 있어 환자가 가진 질환을 진단하거나 그 치료 경과를 판단하기에 매우 쉽고 편리한 영상검사법이다. 초음파검사는 환자의 몸을 얇은 단면으로 자른 형태의 2차원 영상을 실시간으로 보면서 몸속의 병변을 찾는다<sup>[1]</sup>.

또, 초음파검사는 간암의 위험군인 만성간염과 간경변 환자에 대한 선별검사로 가장 많이 쓰이고 있다. 일반적으로 결절성 병변에 대한 발견율이 높은 것으로 알고 있지만, 최근 이식 간(explanted liver)을 대상으로 한 몇몇 연구들에 의하면 실제 2cm 이하의 작은 간세포암종이 수술 전에 초음파로 발견되었던 예는 11~30%에 불과하였다<sup>[2-3]</sup>.

기본적으로 간세포암종 환자의 80%는 간경변증을 동반하고 있으므로 어떠한 원인에서건 만성 간질환으로 지속적인 염증상태의 최종상태라 볼 수 있는 간경변증이 간세포암종의 발생 원인이다<sup>[4-5]</sup>.

간세포암종은 위험군이 잘 알려져 있는 종양으로 이들에 대한 6개월 간격의 지속적인 추적검사는 조기 진단과 예후를 향상시킬 수 있는 것으로 검증 되어 있다<sup>[6]</sup>.

초음파영상에서 간세포암은 크기가 작을수록 저에코의 경향이 많으며, 크기가 커질수록 고에코가 포함된 혼합형에코를 보이는 경우가 많다<sup>[7]</sup>.

초음파영상에서 작은 간세포암종들은 주변 간 실질에 비해 에코가 높거나 낮을 수 있는데 에코가 높은 경우는 지방침착이나 결절 내 동양구조의 불규칙성 때문이고 에코가 낮은 경우는 주변에 비해 세포밀도가 높기 때문이라는 분석이 있으며, 주변 간 실질의

섬유화나 지방침착 정도에 따라서도 상대적으로 에코 성향이 변하게 된다. 초음파검사를 통한 간 검사에서 질환의 유무를 판별하는 것은 술자의 주관적 판단에 의존하고 있다. 이러한 이유로 술자의 숙련도와 장비의 품질관리에 따라 질환 여부를 판단하는 것은 진단의 정확도를 떨어뜨리는 요인일 수 있다.

본 연구에서는 술자의 주관적인 판단에 의존하고 있는 질환 여부의 판정을 객관적이고 과학적인 방법으로 판정하기 위한 방안을 제시하고자 한다. 제안된 방법에서는 간세포암 환자를 추적관찰 한 초음파영상을 MSE(Mean Squared Error : 평균제곱오차)를 구한 후 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)분석을 하였다.

## II. MEASUREMENT METHODS

실험을 위한 간세포암 초음파영상은 RSNA (Radiological Society of North America)의 웹 사이트에서 제공하는 초음파영상을 이용하였다. 간세포암 환자의 추적관찰(follow-up)은 최초의 검사 후 3개월 후와 7개월 후에 검사를 한 경우이다.

이용된 영상은 실험을 위하여 256×256 크기로 정규화(Normalization)한 후 Visual C++로 작성한 프로그램을 이용하여 실험을 하였다.

추적관찰 된 간세포암 초음파영상의 MSE(Mean Squared Error) 값은 수식(1)을 구한 프로그램을 실행하여 구하였다. MSE는 오차의 제곱에 평균을 한 것으로 두 영상간의 같은 위치에 있는 data 값의 분산을 계산하는 것이다. 표준편차는 관측치 들이 평균으로부터 얼마나 떨어져 있는지를 나타낸다<sup>[8]</sup>.

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{x=1}^N \sum_{y=1}^N (f(x,y) - g(x,y))^2 \quad (1)$$

where

x: 영상의 x 좌표

y: 영상의 y 좌표

N = (x\*y) : 모든 픽셀의 개수

f(x,y): 좌표(x,y)의 비교영상 픽셀 값

g(x,y): 좌표(x,y)의 원본영상 픽셀 값

구해진 MSE를 이용하여 수식(2)를 구현한 프로그램을 실행하여 PSNR값을 구하였다.

PSNR이란 Peak Signal to Noise Ratio, 즉 최대 신호 대 잡음비를 의미하며 영상의 변화 정도를 평가하는 객관적인 측정방법이다<sup>[8]</sup>.

$$PSNR_{AB} = 10 \log \frac{(2^n - 1)^2}{MSE} \approx PSNR = 10 \log_{10} \frac{255 \times 255}{MSE} \text{ -----(2)}$$

where MSE : Mean Squared Error

구해진 값을 이용하여 추적관찰 한 간세포암 초음파영상의 시간에 따른 MSE값과 PSNR값의 상관관계를 Origin tool을 이용하여 관찰하였다.

### III. EXPERIMENT

실험 절차는 Fig. 1과 같은 순서로 하였다.

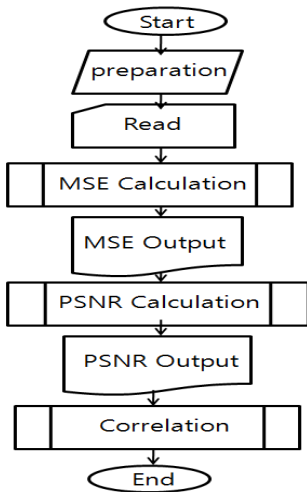


Fig. 1. Experimental Flow chart

실험을 위한 준비단계에서 영상을 256 X 256 의 크기로 영상의 깊이(depth)는 8비트로 정규화 하였다. 준비된 영상을 Visual c++로 프로그램 한 실험 프로그램에 입력하여 MSE값을 구하였다. 구해진 MSE 값을 이용하여 PSNR 값을 구하였다.

MSE값과 PSNR값의 시간에 따른 상관관계를 Origin 을 이용하여 그래프로 관찰하였다.

### 1. MSE값의 계산

(1) 최초 검사 후 3개월 후에 추적관찰 한 초음파영상의 MSE값을 계산한 결과 Fig. 2와 같이 나타났다.



source	target	Value of MSE
		3373.15

Fig. 2. MSE value(first image and 3 months delayed image)

(2) 3개월 후에 검사한 초음파영상과 7개월 후에 검사한 초음파영상의 MSE값을 계산한 결과 Fig. 3과 같이 나타났다.



source	target	Value of MSE
		3651.20

Fig. 3. MSE value(3 months delayed image and 7 months delayed image)

(3) 최초 검사 후 7개월 후에 검사한 초음파영상의 MSE값을 계산한 결과 Fig. 4와 같이 나타났다.



source	target	Value of MSE
		3742.06

Fig. 4. MSE value(first image and 7 months delayed image)

### 2. PSNR 값의 계산

(1) 최초 검사 후 3개월 후에 추적관찰한 초음파영상의 PSNR값을 계산한 결과 Fig. 5와 같이 나타났다.



source	target	Value of PSNR[dB]
		12.8504

Fig. 5. PSNR value(first image and 3 months delayed image)

(2) 3개월 후에 검사한 초음파영상과 7개월 후에 검사한 초음파영상의 PSNR값을 계산한 결과 Fig. 6과 같이 나타났다.



source	target	Value of PSNR[dB]
		13.9064

Fig. 6. PSNR value(3 months delayed image and 7 months delayed image)

(3) 최초 검사 후 7개월 후에 검사한 초음파영상의 PSNR값을 계산한 결과 Fig. 7과 같이 나타났다.



source	target	Value of PSNR[dB]
		15.0987

Fig. 7. PSNR value(first image and 7 months delayed image)

#### IV. RESULTS AND DISCUSSION

최초 검사 후 3개월, 7개월 추적관찰 한 간세포암의 초음파영상의 객관적이고 과학적인 판정을 위한 실험 결과 아래와 같은 결과를 얻었다.

#### 1. Correlation of MSE

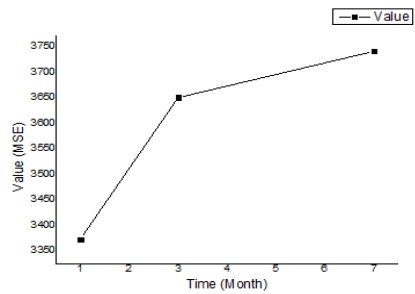


Fig. 8. Correlation of MSE value and time

실험결과 MSE값은 시간이 지남에 따라 커지는 것을 알 수 있었다. MSE의 값이 크게 변하는 것은 간세포암이 진행됨에 따라 간 실질에서 나오는 초음파 에코의 증가로 인하여 영상의 변화가 많아짐을 의미한다.

#### 2. Correlation of PSNR

PSNR<sup>[8]</sup>값도 시간이 지남에 따라 커지는 것을 알 수 있었다. PSNR값이 크게 변하는 것은 MSE값의 변화에 따른 PSNR의 값이 변하는 것으로 이러한 이유는 간세포암이 진행됨에 따라 간 실질에서 나오는 초음파 에코의 증가로 인하여 영상의 변화가 많아짐을 의미한다.

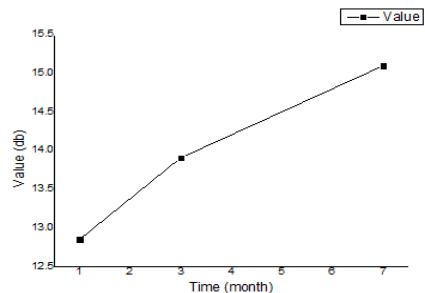


Fig. 9. Correlation of time and PSNR value

#### V. CONCLUSION

본 연구에서는 술자의 주관적인 판단에 의존하고 있는 질환 여부의 판정을 객관적이고 과학적인 방법

으로 판정하기 위한 방안을 제시하고자 하였다. 제안된 방법에서는 간세포암 환자를 3개월, 7개월 후 추적 관찰한 초음파영상을 MSE를 구한 후 PSNR분석을 하였다.

분석한 결과 시간이 지남에 따라 MSE값과 PSNR값이 변화함을 알 수 있었다. 이러한 이유는 간세포암이 진행됨에 따라 초음파 에코의 증가로 초음파영상의 변화에 기인하는 것이다.

본 논문의 결과는 술자의 주관적인 판단에 의하여 행해지고 있는 초음파 검사를 과학적이고 객관적인 판정을 할 수 있는 방법으로 활용될 수 있을 것이다.

### Reference

- [1] Shim SS, "Ultrasound Diagnosis of Digestive Diseases", RYO MOON GAK, 2000.
- [2] Bennett GL, Krinsky GA, Abitbol RJ, et al, "Sonographic detection of hepatocellular carcinoma and dysplastic nodules in cirrhosis: correlation of pretransplantation sonography and liver explant pathology in 200 patients", AJR pp75-80, 2002.
- [3] Kim CK, Lim JH, Lee WJ, "Detection of hepatocellular carcinomas and dysplastic nodules in cirrhotic liver", J Ultrasound Med , Vol. 20, pp99-104, 2001
- [4] Cheon JH, park JW, Park kw, et al "The Clinical report of 1,078 case of hepatocellular carcinomas: National cancer center experience" J. Korean J Hepatol , Vol. 10, pp 288-297, 2004
- [5] Seo KS, Lee BS, Sung JK et al, "The cause and Complication of liver Cirrhosis during Recent 5 Years", The korean Journal of Hepatology, ;No 3, pp. 202-209, 1997.
- [6] Zhang BH, Yang BH, Tang ZY, " Randomized controlled trial of screening for hepatocellular carcinoma", J. Cancer Res Clinical, 130: pp. 417-422, 2004.
- [7] Han JK, "Hepatocellular Carcinoma", The Korean Journal of Hepatology; Vol. 6. No. 3, pp. 393-394, 2000.
- [8] Lee Junhaeng "Interference Effect within the Cyst by Ultrasound in the Renal Ultrasonography", Journal of The Korean Society of Radiology, Vol. 8, No. 3, pp. 111~115, 2014.