

## 실시간 의학 영상 처리에 관한 연구

유선국 · 이건기\* · 백남칠\*\* · 김원기

=Abstract=

### Study on the Real Time Medical Image Processing

Sun-Kook Yoo, Gun-Ki Lee\*, Nam-Chill Paik\*\*, Won-Ky Kim

The medical image processing system is intended for a diverse set of users in the medical imaging parts. This system consists of a 640 Kbyte IBM-PC/AT with 30 Mbyte hard disk, special purpose image processor with video input devices and display monitor. Image may be recorded and processed in real time at sampling rate up to 10 MHz. This system provides a wide range of image enhancement processing facilities via a menu-driven software packages. These facilities include point by point processing, image averaging, convolution filter and subtraction.

### 1. 서 론

디지털 영상처리는 사물에 대한 시각 능력을 높이기 위하여, 원하는 물체의 영상을 디지털 신호로 변환하여, 컴퓨터를 이용한 적절한 신호처리에 의하여 영상을 재구성 함으로서 인간이 보다 쉽게 인식 하도록 하는데 있다. 이러한 영상처리 기술은 영상향상(Image Enhancement), 영상복원(Image Restoration), 영상압축 및 부호화(Image Compression & Coding), 특징추출(Feature Extraction) 분야로 나눌 수가 있으며, 특히 영상향상을 갖고 있는 원래의 영상정보를 식별하기 쉬운 영상으로 변환하거나, 원하는 정보 만을 강조한 형태, 또는 필요 없는 정

보를 제거 시키는 처리 기술로서 가장 보편적이며 모든 영상처리의 필수적인 기술이다. 특히 전에는 대용량의 컴퓨터에 의해서만 부분적으로 처리 가능했었으나, 현재는 고속의 디지털 신호처리용 칩의 개발에 힘입어, 공간영역에서의 영상처리 기술은 실시간으로 처리 가능해지고 있다. 이러한 기술의 의학분야에의 적용은 Fluoroscopic영상의 개선, X선 조사량의 감소, 필름 영상의 해석, VCR(Video Cassette Recorder)영상 개선등 적용 범위가 증대되고 있다.

따라서 본 연구에서는 범용 IBM-PC/AT를 주컴퓨터로 하여, Point by point processing, Image averaging, Convolution filter, Subtraction과 같은 영상향상기법을 실시간으로 처리하며, 사용자가 사용하기 쉬운 메뉴 방식의 프로그램을 개발하여 디지털 영상처리 기술을 의학 영상에 적용해 보고자 한다.

### 2. 하드웨어 시스템의 구성

Fig. 1은 실시간 영상처리를 하기위해 구성 한

〈접수 : 1987년 12월 15일〉

연세대학교 의용공학과

Dept. of Biomedical Eng., Yonsei University

\* 경상대학교 전자공학과

\* Dept. of Electronic Eng. Kyungsang University  
University

\*\* 금성제전

\*\* Gold Star Instrument LTD.

전체의 하드웨어 블럭 다이어그램을 나타내며 영상 데이터를 획득, 처리, 저장 및 표시하기 위한 시스템으로 입력부, 처리 및 제어부, 표시부로 구성되어 있다.

입력부는 카메라와 VCR로 구성되어 있으며, 영상 입력은 임의의 선택하여 사용한다.

처리 및 제어부는 영상 처리기와 주컴퓨터로 구성되어 있으며, 영상 처리기는 영상 입력 데이터를 10 MHz 샘플링으로 임시적으로 저장하거나 영상처리 알고리즘 실시간(30 Frame/sec)으로 처리하게 된다. 주컴퓨터는 IBM-PC/AT를 사용하여 전시스템을 제어하고 영상 처리기에 수행명령을 지시한다. 또한 영상 처리기에 저장된 데이터를 획득(Access)하거나, 이 데이터를 이용하여 알고리즘의 일부분을 처리하여 사용자에게 필요한 메뉴를 제공한다. IBM-PC/AT는 80287 Numeric Coprocessor, 640 Kbyte Main Memory, 30 Mbyte Hard Disk, 2개의 Floppy Disc로 구성된다.

표시부는 RGB칼라 모니터, Line Printer, Hard Copy로 구성되어 있으며, 처리 및 제어부에서 처리된 데이터 및 입력부에서 입력된 영상 데이터를 주컴퓨터제어 하에서 표시하게 된다. 모니터는 흑백 영상 혹은 시작적인 인식을 높이기 위하여 의사(Pseudo)칼라로 화면에 표시한다. 이 영상은 Polaroid Camera에 의하여 Hard Copy로 복사되며 Line Printer는 주컴퓨터의 필요한 메세지 및 정보를 사용자에게 출력 시킨다.

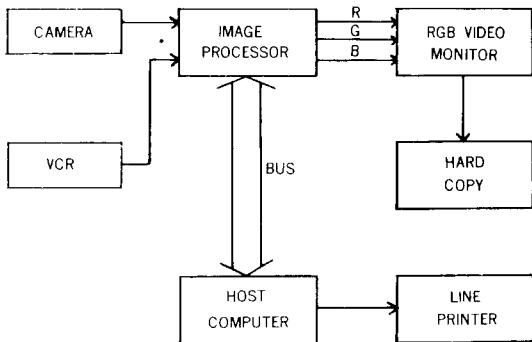


Fig. 1. Block diagram of real time digital processing system

### 3. 실시간 영상처리 소프트웨어

실시간 영상처리를 하기 위한 응용 프로그램은 Table 1과 같이 분류할 수 있으며, Fluoroscopic화상 개선, X 선 조사량의 감소, 필름영상의 해석, VCR 영상의 개선에 적용할 수 있다.

Table 1. Real time image processing software

|                                    |
|------------------------------------|
| 1. Point by point processing       |
| · Binary contrast enhancement      |
| · Histogram sliding                |
| · Histogram stretching             |
| · Complement Image                 |
| 2. Smoothing filter                |
| · Low pass filter                  |
| · Image Averaging                  |
| 3. Edge enhance filter             |
| · High pass filter                 |
| · Unsharp masking enhancement      |
| · Shift & difference enhancement   |
| · Gradient directional enhancement |
| · Laplacian edge enhancement       |
| · Line segement enhancement        |
| 4. Image subtraction               |
| · Display positive value           |
| · Display Negative value           |
| · Display Absolute value           |

#### 3-1. Point by Point Processing

Point 처리 방법은 영상처리 기법중 가장 근본적인 처리로서 화소에 대한 명암 정보를 가장 잘 표시하는 히스토그램을 이용하는 방법이다. 화소대 화소로 처리함으로써 대조도(Contrast)를 향상시키거나 원하는 대상물의 휘도를 변화시킴으로서, 의학적으로는 X 선양을 감소 시키며 환자의 피해를 줄이는데 이용될 수 있다. Point 처리 방정식은 식 (1)과 같이 주어지며,

$$O(x,y) = M [I(x,y)] \quad (1)$$

여기서 M은 변환시키고저 하는 Mapping함수이며, 모든 화소에 대한 I(x,y)는 출력영상을 나타낸

다. Fig. 2은 본 논문에서 사용한 Mapping함수를 나타내며, X축은 입력 휘도치, Y축은 출력 휘도치이다.

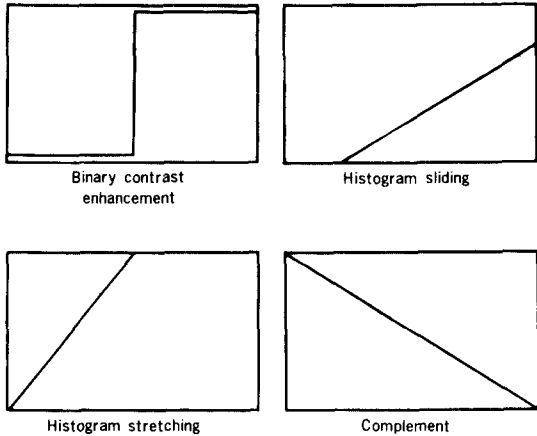


Fig. 2. Point by point processing map function

### 3-2. Smoothing Filter

입력 영상에 대한 비디오 신호등은 고주파 잡음이 혼입되어 있기 때문에 영상의 휘도정보가 올바르게 구해지지 않는 경우가 있다. 이와 같은 경우에 2차원 디지털 영상에서는 적분처리에 의한 영상의 평활화를 하여 잡음을 제거한다. 본 논문에서는 Spectrum필터 보다 계산이 용이하고 실시간 처리가 가능한 공간영역에서 구성하였다. 일반적인 저역통과 필터는 식(2)와 같이 주어지며  $F(k, j)$ 는 원래의 영상이며  $FL(n_1, n_2)$ 는 저역 통과 처리된 영상이다.

$$FL(n_1, n_2) = \frac{1}{(2N_1+1)(2N_2+1)} \sum_{k=n-N_1}^{n+N_1} \sum_{j=n-N_2}^{n+N_2} F(k, j) \quad (2)$$

본 논문에서 사용한 저역통과 필터의 커널 및 각각의 스펙트럼은 Fig. 3과 같다.

원래의 영상에 평균값이 0이며 상관관계가 없는 백색잡음이 혼입되어  $G(x, y)$ 라는 영상이 관측되었

다고 가정하면 식(3)과 같은 Image Averaging에 의하여 신호대 잡음비가  $\sqrt{N}$ 배 향상된 영상을 얻을 수 있다. 여기서  $N$ 은 더하는 화면 수를 나타낸다.

$$\hat{G}(x, y) = 1/N \sum_{i=1}^N G(x, y) \quad (3)$$

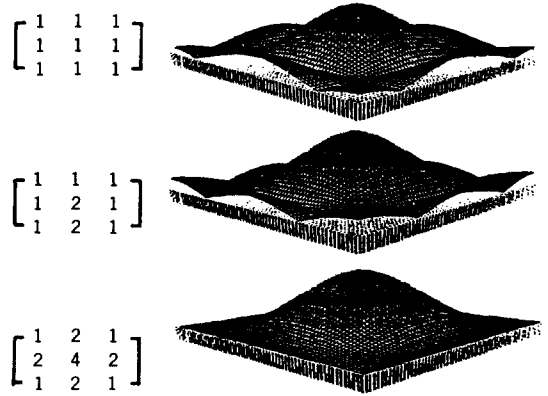


Fig. 3. Low pass filter kernel and its spectrum

### 3-3. Edge Enhance Filter

Edge Enhance Filter는 영상을 선명하게 하기도 하고 강조하기도 하며 또 선이나 가장자리의 특수한 형상을 검출하는 경우에 사용하는 필터로서 입력영상을 미분처리 함으로서 얻을 수 있다. Edge Enhance Filter는 잡음에 약한 결점이 있기 때문에 평활화 과정을 거친후 사용하거나 잡음을 거의 내포하지 않은 영상처리에 사용한다. Edge Enhance Filter에 사용한 커널과 스펙트럼은 Fig. 4~7과 같

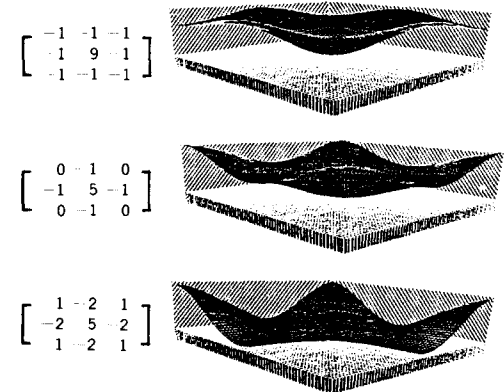


Fig. 4. High pass filtering Kernal and its spectrum

다.

Unsharp Masked Enhancement는 영상의 저주파 성분과 고주파 성분을 모두 보유하면서 고주파 성분만을 강조하는 기법으로서 Fig. 7의 알고리즘에서와 같이 저역통과 필터의 좀더 완만하게 변하는 성질을 이용하는 것이다.

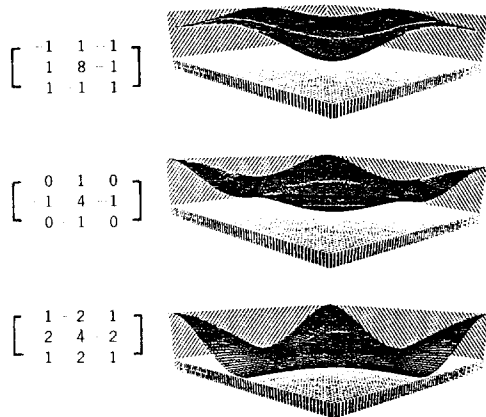


Fig. 5. Laplacian Kernel and its spectrum

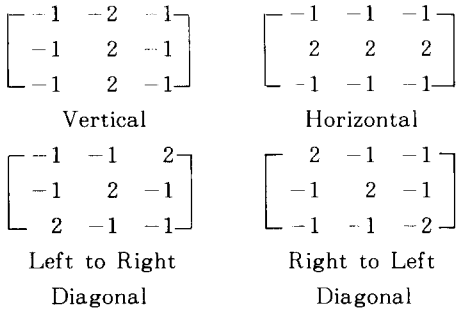


Fig. 6. Line segment enhancement kernel

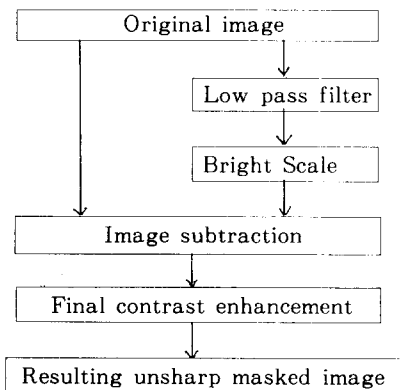


Fig. 7. Block diagram of unsharp masked image

### 3-4. Image Subtraction

Subtraction기법은 영상의 움직임 검출하거나, 주위 배경으로부터 목적하는 영상을 검출할 때 사용하는 기법으로, 마스크 영상과 입력영상의 차신호를 검출함으로써 처리하는 기법이다. 의료의 경우 대표적으로 조영제를 투입하여 혈관을 관찰하는 DSA(Digital Subtraction Angiography)에 응용되며, 또한 2영상간의 시간차를 알 수 있다면 동적운동의 속도를 계산할 수 있으므로 혈류의 분석등 특별한 응용을 할 수 있다.

셀셈 연산은 2개의 8비트 연산을 수행하기 때문에 9번째 비트는 Borrow나 수치적인 Underflow를 나타내므로 모든 차이를 표시하기 위하여 Positive, Negative, Absolute값으로 구분 할 수 있다. 방정식은 식(4)와 같으며  $I_1(x, y)$ 는 마스크 영상  $I_2(x, y)$ 는 입력영상이며  $S(x, y)$ 는 출력영상으로 Positive, Negative, Absolute 값은 Mapping 할수 M을 변화 시킴으로서 얻을 수 있다.

$$S(x, y) = M [I_1(x, y) - I_2(x, y)] \quad (4)$$

## 4. 결 론

본 논문에서는 IBM-PC/AT를 주컴퓨터로 하여 의학영상 데이터를 영상 향상 기법에 의하여 재구성하였다. Point by Point Processing, Smoothing Filter, Edge Enhance Filter, Subtraction을 시간간으로 처리함으로써 잡음이 혼입된 영상의 신호대 잡음비가 향상되었으며, 공간 필터링과 콘트라스트 변화에 의한 저조도 영상의 특징을 강조 할 수 있었다. 이러한 기법은 필름영상의 해석, X 선 및 Fluoroscopic영상의 화상개선, VCR 화상에 적용 시킬 수 있으며, 모니터 상의 영상을 직접 관찰하며 실시간으로 처리함으로써 효율적인 전처리 과정의 알고리즘의 수행 및 메뉴방식의 프로그램에 의하여 사용자가 쉽게 영상처리를 선택 할 수 있다.

## 참 고 문 헌

- 1) Andrew Todd-Dokropek, "Image processing in nuclear medicine," *IEEE Trans. Nuclear Sci.*, Vol. NS-27, No.3, pp. 1080-1094, 1980.
- 2) Azriel Rodenfeld, Avinash C. Kak : *Digital*

- picture processing( I , II ), Ch. 6, 9, 10. Academic Press, New York, 1982.*
- 3) Charles A. Mistretta et al., "Digital angiography : A perspective," *Diagnostic Radiology, Vol. 139, pp 273~276, 1981.*
  - 4) Gregory A. Boxes : *Digital image processing, Ch. 4, 7, Prentice Hall, New Jersey, 1984.*
  - 5) M. Blachand et al., "Development of a biomedical image processing system," *IEEE 8th Conf. in Med. & Biology Society, pp 1092~1095, 1986.*
  - 6) Paul Mengers et al., "Capabilities of a real time video processor," *IEEE Trans. Nuclear Sci., Vol. NS-27, No. 3, 1980.*
  - 7) Samuel J. Dwyer III et al., "Medical image processing in diagnostic radiology," *IEEE Trans. Nuclear Sci., Vol. Ns-27, No. 3, 1980.*