

프레임 차이법과 데시벨 임계치를 이용한 무인 환자 감시 시스템

Unmanned Patient Monitoring System Using Frame Difference Method and Decibel Threshold

이 기 우*, 이 혁 수**

Kee-Woo Lee*, Hyuk-Soo Lee**

요 약

본 논문에서는 24시간 감시가 필요한 코마 환자나 움직이기 힘든 중환자들에게 사용될 수 있는 움직임 검출과 음향 감지를 이용한 무인 환자감시시스템을 구현하였다. 이 시스템의 구성은 노트북, 아날로그 CCTV 카메라(또는 PC 카메라), A/D 컨버터, 마이크론 그리고 감시 프로그램으로 구성되었다. 감시 프로그램은 프레임 차이법과 음향 레벨 측정을 기본으로 사용하며, 움직임이 검출될 때의 자료수집과 저장과 같은 기능을 가진다. 모든 시스템은 코마 상태의 환자를 가정한 실험을 통해 검증하였다. 실험 결과 본 논문에서 제안한 무인 환자감시 시스템은 응급 상황과 코마 환자의 관리에서 효율적으로 사용될 수 있을 것이라 예상된다.

Abstract

In this paper, we propose an unmanned patient monitoring system design and performance of a motion capture and sound detection. Unmanned patient monitoring system can be used in the greek koma and meaning deep sleep patient to need 24 hour surveillance. To monitoring, we used laptop, CCTV camera (or PC camera), A/D converter, microphone and detection program. The detection program based on the frame difference method and sound level meter. It had several functions such as data collecting and storing. All of this system was tested in several the simulations of emergency situations. It can be expected that an unmanned patient monitoring system can be used in emergency situation and patient care.

Keywords : Unmanned patient monitoring system, Frame difference method, Sound detection

I. 서 론

21세기 정보 기술의 사회를 살아가는 우리들에게 발달된 과학 기술과 많은 과학 기기들을 통해서 보다 편안하고 여유로운 삶을 살 수 있게 되었다. 이런 편리한 생활은 여러 분야에서 나타나고 있는데 전자 기기를 이용한 일상의 대체는 시간적으로나 물질적으로 많은 혜택을 가져오게 되었다.

감시 분야의 기존의 아날로그 CCTV 기술은 디지털 및 멀티미디어 기술의 급속한 발달로 인해 기존의 CCTV 카메라로 취득한 동영상을 VCR에 녹화 하는 방식에서 하드디스크 등에 디지털로 저장하는 Digital Video Recorder로 바뀌어 가고 있다. 그

러나 대부분의 감시용 CCTV에서는 정상시에 화면의 움직임이 거의 없는 상태에서도 녹화를 계속 하는 경우가 많으며 음향부분에 대한 서비스를 동시에 제공하는 장비가 미비한 실정이다.

우리나라 대부분의 병원에서는 환자를 관리하는 데 있어 당직 간호사를 배치한다. 환자의 상태를 체크하는 데는 의사의 회진과 환자에게 부착되어 있는 여러 가지 장비가 사용된다. 그러나 일반 환자 또는 중환자에게 갑자기 응급 상황이 발생하는 경우는 의사, 간호사 또는 간병인이 24시간 간호하기 전에는 원인을 알기 힘들고, 외적 요인으로 발생하는 원인에 대해서는 환자에 장착되어 있는 장비로만 추측하기에는 정보가 부족한 경우가 있을 수 있다. 그렇다고 의사, 간호사 또는 간병인이 24시간 환자 옆에서 간호를 하면서 상태를 의사에게 알려주기도 현실적으로는 어려움이 많다. 따라서 병원 내에서 환자를 관찰하는 부분에 있어 환자의 갑작스

*안동대학교 바이오전자공학과 **안동대학교 정보전자공학과
논문 번호 : 2006-4-14 접수 일자 : 2006. 9. 26
심사 완료 : 2007. 1. 16

런 변화를 감시하고 그 변화를 감시해서 기록으로 남겨서 그때의 환자의 상황을 의사에게 전할 수 있는 시스템이 있다면 의사가 환자를 치료하는데 큰 도움을 줄 것으로 생각된다. 또한 병원 측면에서도 환자에 대한 양질의 서비스를 제공하면서도 인건비 절감을 가져올 수 있을 것으로 생각된다.

본 논문에서는 응급실의 응급환자, 중환자실에서 24시간 감시가 필요한 환자, 보호자 없는 환자의 병실, 실험실에서 실험동물 등 24시간 감시가 필요한 분야에 대해 실험하였다. 실험에서는 별도의 장치 없이 기존의 아날로그 CCTV 카메라와 A/D 컨버터(또는 PC 카메라), 마이크, PC만을 이용하였다. 실험을 통해 감시대상의 상태에 대한 외형적인 변화가 있는 부분만 저장, 재현, 경보가 가능한 무인 환자감시시스템을 구현하여 보았다.

II. 시스템 구성

시스템구성은 그림 1과 같다. 영상신호 획득을 위해 CCTV 카메라(CCS-724, Samsung, Korea)를 A/D 컨버팅 케이블(ez cap, esc, Korea)을 연결하여 PC의 USB 포트에 연결하였다. 음향신호 획득을 위해 마이크를 PC에 장착되어 있는 사운드 카드의 마이크 단자에 연결하였다.

감시 프로그램은 영상감시프로그램과 음향감시프로그램으로 구성하였다[5].

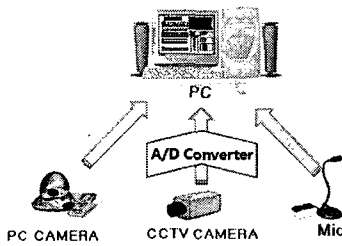


그림 1. 시스템 구성도

Fig. 1. System configuration

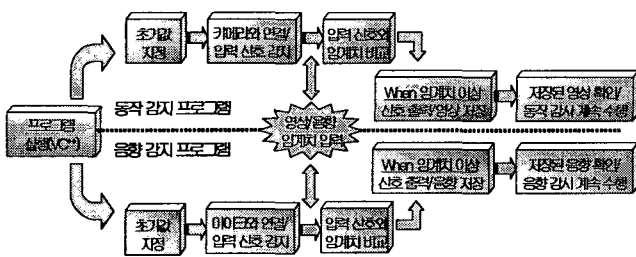


그림 2. 감시 프로그램 구성 블록 다이어그램

Fig. 2. Monitoring program block diagram

III. 영상/음향 신호 처리부

3.1 영상 신호 처리부

영상 감시 프로그램에서 영상은 영상데이터의 취득(Image acquisition), 전처리(preprocessing), 표본화(segmentation), 특징추출(description and feature selection), 해석(recognition)의 과정을 통해서 처리된다. 카메라에서 이미지가 입력되면 이미지를 RGB값으로 변환한 다음 특정 프레임을 표본으로 지정을 한다. 특정 프레임의 화소들의 값들을 추출하여 이미지의 변화를 감시한다[1][2].

프로그램에서 사용된 영상 처리 알고리즘은 프레임 차이법이다. 프레임 차이법이란 연속된 프레임 내의 화소값의 차이가 임계치 이상이면 움직임이 발생했다고 판단하는 것이다[3].

$$(|In(X) - In-1(X)|) > Threshold \quad (1)$$

현재 프레임(n)과 현재 프레임에서 한 프레임 전의 프레임(n-1)과의 화소값의 차가 임계치보다 크면 움직임이 발생한 것으로 인식하고 해당 프레임을 저장한다. 변화를 감지할때는 각 프레임의 화소의 RGB값을 비교해서 사용한다. 이 알고리즘은 움직임을 판단할 때 프레임을 저장하여 프레임 내의 화소 값들을 비교하기 때문에 많은 용량의 메모리를 필요치 않는다는 점과 각 프레임의 미세한 변화에도 쉽게 반응하고 알고리즘의 구현이 쉽다는 장점이 있다. 그러나 다른 알고리즘에 비해 노이즈를 움직임으로 잘못 인식할 가능성이 높다는 것과 빛의 밝기 변화로 인해서 움직임으로 잘못 인식된다는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점은 실내의 고정된 광원과 영상 필터를 사용함으로써 감소될 수 있는 부분이다.

프로그램에서는 24 Bit 영상 포맷을 사용하게 된다. 24 Bit 영상 포맷은 한 픽셀을 구성하는데 R값 1바이트, G값 1바이트, B값 1바이트가 할당된다. 이 R, G, B 값들을 각각 비교하여 움직임의 변화를 측정하게 된다.

영상 감시 프로그램에서는 컴퓨터에 연결되어 있는 카메라 장치를 열어서 영상 신호를 받을 수 있게 접근하고, 초기치를 설정한다. 설정되는 초기치에는 픽셀 당 변화를 감지하는 변수와 픽셀 변화에 대하여 전체적인 값을 더하여서 사용자가 지정해 놓은 임계치와 비교하는 변화값 카운터, 버퍼 등이 있다.

초기치가 설정된 후에 카메라에서는 영상 신호를 만들어서 프로그램에 보내게 되는데 프로그램에서는 입력되는 영상을 두 개의 영상 버퍼에 프레임별로 차례로 저장한다. 이렇게 저장되어지는 영상을 비교해서 영상의 변화를 검출하게 된다. 영상 검출에서는 24 bit 영상신호에서 표현되는 각각의 위치의 R, G, B 값을 서로 비교해서 사용자가 지정해 놓은 임계치 값의 영역 이상이 될 경우 영상의 변화로 인식하고 영상 변화 신호를 보내게 된다. 이 신호의 발생은 두 개의 영상의 픽셀 값의 차이에 의해서 발생되기 때문에 먼저 저장된 영상이 클 수도 있고 나중에 저장된 영상이 클 수도 있다. 이 두 가지 경우 모두를 변화의 상황이라 인식하고 영상 변화 신호를 발생하게 된다. 영상 변화 신호들은 프로그램에서 카운트되어 사용자가 설정한 임계치 이상이 되면 변화로 인정하고 영상을 저장하게 된다. 다음은 제안된 영상처리 전체 알고리즘이다.

- 모든 영상 입력에 대하여 다음 과정을 처리함
- 1. 입력된 영상을 두 개의 영상 메모리에 저장
 - 1.1 두 영상 메모리 내의 픽셀의 RGB 값을 계산
 - 1.1.1 각 R, B, G의 값은 1바이트임
 - 1.1.2 각 R, B, G는 0~255의 값을 가짐
- 2. 두 개의 프레임의 픽셀을 비교
 - 2.1 R, B, G 각각의 값을 비교
 - 2.1.1 R, B, G 각각의 값이 증가하거나 감소함
 - 2.1.1.1 픽셀값의 변화가 있으면
영상 변화 신호 발생

2.1.2 R, B, G 값이 같을 경우

2.1.2.1 픽셀값의 변화가 없으면

감시 계속 수행

3. 영상 변화 신호가 발생되면

3.1 영상 변화 신호를 카운트

3.2 설정된 임계치와 비교

3.2.1 영상 변화 신호가 더 크면

3.2.1.1 영상 파일 저장

3.2.2 영상 변화 신호와 같거나 작으면

3.2.2.1 감시 계속 수행

프로그램에서는 두개의 영상 버퍼를 사용하여 두 프레임의 픽셀값을 저장한다[4]. 두 버퍼에 저장된 R, G, B 값을 각각 비교하여 영상의 변화를 확인한다. 영상 픽셀의 변화 감지 정도는 1~255 영역까지 설정 가능하여 변화 감지 민감도에 사용자가 유동성을 주면서 변화를 측정할 수 있다. 이것은 본 영상 시스템의 적용 환경에 따른 변화를 반영하기 위함이다.

입력 영상의 픽셀 변화에 의해 발생한 영상 변화신호는 변화값 카운터를 증가시키게 된다. 이렇게 증가된 카운터 값은 사용자가 설정해 놓은 변화 값인 카운터 임계치와 비교되어 변화값 카운터가 카운터 임계치 영역보다 크면 영상이 바뀌었다고 인식되어 list box 에 “년 월 일 시 분 초”의 이름으로 event 기록을 하게 된다. 이 event 발생과 동시에 지정된 공간에 비트맵형식으로 event와 동일한 이름의 영상이 저장되어 지게 된다. 저장되는 영상 파일은 320 x 240의 크기와 24 bit 의 해상도를 가지게 되며 용량은 226 kb 이다.

영상 감지 프로그램에서는 사용자가 제어 가능한 두 번의 임계치 설정으로 오류를 줄이고 있다. 각각의 픽셀의 변화를 검출 단계에서 픽셀 값에 대한 차이를 비교하는 범위 설정에서 한번, 그리고 전체 이미지 프레임을 대상으로 변화에 대한 총 변화값 카운터에서의 비교 범위의 설정이 그것이다. 다음은 영상감지프로그램의 가상프로그램이다.

- 현재프레임 저장버퍼와 현재 프레임 전의 저장버퍼의 이미지 비교

```
//Red (pImageBuffer+(i*3))
if 저장된 버퍼들의 화소 차계산(현재 프레임이 클 때)
if 변화된 화소의 수와 임계치 비교(임계치보다 작다)
then 검출 확인 개수 증가
if 저장된 버퍼들의 화소 차계산(현재 프레임이 작을 때)
if 변화된 화소의 수와 임계치 비교(임계치보다 작다)
then 검출 확인 개수 증가
//Green (pImageBuffer+(i*3)+1)
if 저장된 버퍼들의 화소 차계산(현재 프레임이 클 때)
if 변화된 화소의 수와 임계치 비교(임계치보다 작다)
then 검출 확인 개수 증가
if 저장된 버퍼들의 화소 차계산(현재 프레임이 작을 때)
if 변화된 화소의 수와 임계치 비교(임계치보다 작다)
then 검출 확인 개수 증가
//Blue (pImageBuffer+(i*3)+2)
if 저장된 버퍼들의 화소 차계산(현재 프레임이 클 때)
if 변화된 화소의 수와 임계치 비교(임계치보다 작다)
then 검출 확인 개수 증가
if 저장된 버퍼들의 화소 차계산(현재 프레임이 작을 때)
if 변화된 화소의 수와 임계치 비교(임계치보다 작다)
then 검출 확인 개수 증가
```

// 영상의 저장

```
if 변화된 화소수가 임계치보다 크면
then 이미지 저장
```

3.2 음향신호처리부

음향 감시 프로그램에서는 개인용 컴퓨터의 사운드 카드를 통해 들어오는 음향신호를 이용하여 음향변화를 감지하게 된다. 프로그램에서는 컴퓨터의 기본적으로 설치된 마이크 장치를 열고 사용할 수 있게 접근한다. 프로그램에서는 마이크에서 음향의 입력이 발생하기 전에 음향을 표시할 영역을 초기화 한다. 초기화된 음향처리 영역에 입력되는 음향 신호의 정보를 영상으로 시각화하여 표시한다. 음향 신호의 정보는 음향 신호의 크기, 주파수 등과 같은 것이며 이를 시각화하여 확인이 가능한 형태로 표시한다. 표현되는 음향신호는 일정한 패턴으로 샘플링되고, 표현되기 때문에 입력 음향에 대해 기본적인 분석이 가능한 정보를 줄 것이다. 프로그램은 표현된 음향의 신호를 초기에 설정한 데시벨(db) 값과 계속 비교하여 입력되는 음향 신호의 크기가 크게 되면 음향 변화 감지 신호를 발생하게 된다. 다음은 제안된 음향처리 전체 알고리즘이다.

- 모든 음향 입력에 대하여 다음과 같이 처리함

1. 입력된 음향을 파형으로 표시

1.1 음향의 크기를 수치로 계산

1.1.1 데시벨로 변환하여 수치 지정

1.2 사용자가 지정한 데시벨과 비교

1.2.1 지정된 데시벨보다 크면

1.2.1.1 음향 파일 저장

1.2.2 지정된 데시벨보다 작거나 같으면

1.2.2.1 음향 감시 계속 수행

음향 변화 감지 신호가 발생하면 list box에 “년 월 일 시 분 초”의 이름으로 event가 표시된다. event 발생과 동시에 음향 감지 신호가 발생한 일정 영역의 음향은 list box에 표시된 것과 같은 이름으로 지정된 장소에 음향 파일(wav) 블록으로 저장이 된다. 물론 음향 변화 감지 신호가 발생하지 않은 경우는 event가 발생하지 않기 때문에 음향의 저장도 발생하지 않는다. 저장되는 음향의 영역 길이는 사용자가 임의로 지정할 수 있고, 영역 내에서 한번 이상의 데시벨 임계치 이상의 음향 신호가 발생한다면 프로그램은 그 영역을 저장한다. 영역 내에서 연속적인 음향 변화 감지 신호가 발생하거나 다수의 그것이 발생의 경우에도 프로그램은 그 영역의 끝에서 그 블록만을 한번만 저장을 하게 된다. 일반적으로 이 파일은 16bit의 샘플 크기와 22kHz의 샘플 속도로 모노 방식으로 설정하고 10초를 기준으로 저장을 하게 되면 430KB의 용량을 가지게 된다. 다음은 음향 감지 프로그램의 가상프로그램이다.

- 입력되는 음향 정보와 임계치 비교

```
//입력되는 음향 정보
- 데시벨 단위로 변환
if 현재 입력신호가 임계치보다 큰 신호 감지(1회 이상)
if 블록 완성(10초간 기다린다)
then 음향 파일 저장
```

else 입력 신호 계속 감시

IV. 모의 실험

본 논문에서 구현한 무인 환자감시 프로그램을 실제 임상 상황과 같이 가상의 환자와 병실을 구성한 상황 하에서 모의 실험하여 보았다. 환자는 코마 상태의 환자로 설정하였으며, 실제 병원내의 병실을 이용하여 환자 주변의 생체 기기들에 의한 소음과 병실 내외의 각종 소음들이 발생하는 상황에서 모의실험에 임하였다. 영상 검출에 밀접한 관련이 있는 빛은 자연광과 실내등의 인공광을 중심으로 실험하였고, 환자 주변의 배경색은 기본적인 병실과 환자복 등을 이용하여 가상의 공간을 구축하였다. 실험에서 영상추출부분은 전체적인 신체의 부위에서 국소 부위로 감시 영역을 변화시키면서 실험하였다. 실험에서는 손, 얼굴, 눈 부위까지 근접촬영을 하는 등 여러 각도에 대한 감지력을 평가하였고 가상의 상황을 임의로 설정하여서 실험하였다. 음향부분은 일상적인 음향과 주변 생체신호측정기에서 나오는 음향신호 외에 응급상황을 고려한 신음, 고함, 기계이상발생 알람 등에 대한 상황을 인위적으로 만들어 실험해 보았다. 그림 3은 모의실험에 사용된 시스템의 구성이다.

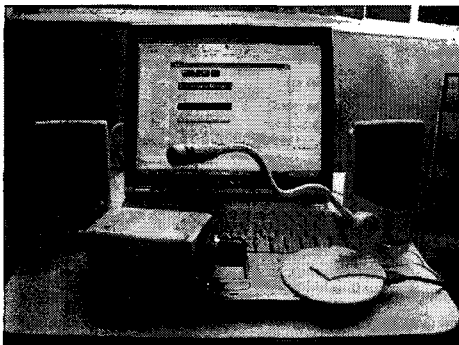
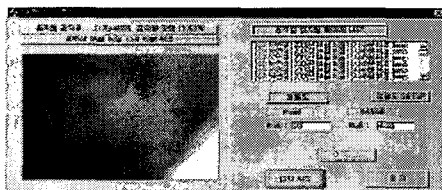


그림 3. 시스템 구성
Fig. 3. System configuration

V. 결과

실험을 수행한 결과 영상 감시프로그램에서는 사용자가 설정한 임계치에 따라 각 부위별로 환자의 움직임의 변화가 영상 파일로 생성되었다. 음향 감시프로그램 역시 환자 주위에서 발생하는 일반적인 음향 외에 이상음향이 발생하는 경우 정확히 반응하여 파일을 저장하였다. 그림 4와 그림 5는 모의실험 시 프로그램의 작동 결과와 영상 저장화면이다.



(a)

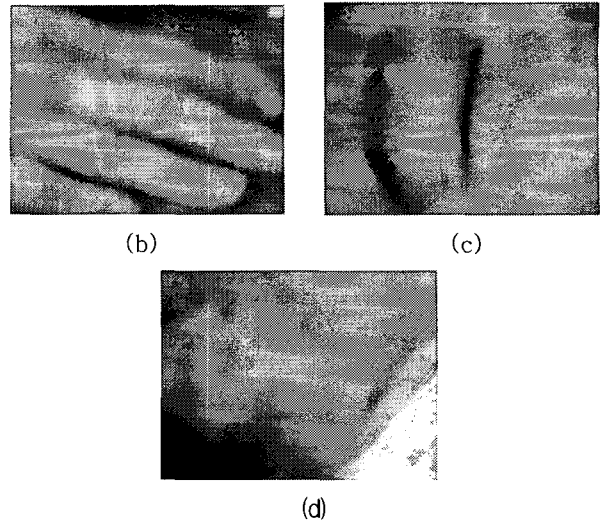


그림 4. 영상 감시 프로그램 실행 결과, (a) 영상 감시 프로그램, (b) 영상 감시 프로그램 저장 결과 (손), (c) 영상 감시 프로그램 저장 결과 (눈), (d) 영상 감시 프로그램 저장 결과 (얼굴)
Fig. 4. Result of Image detecting program. (a) Image detecting program, (b) Result of detecting region (hand), (c) Result of detecting region (eye), (d) Result of detecting region (face)

그림 4(a)는 영상 감시 프로그램의 실행 영상이다. 프로그램을 실행시키고 환자의 움직임이 감지되면, 영상 파일이 저장된다. 그림 4(b)는 국소 부위인 손을 중심으로 영상 획득한 것이다. 코마 환자들의 경우나 중환자의 경우 움직임의 시작이 손끝에서 발생할 경우를 가상하여 실험하였다. 그림 4(c)는 환자가 눈동자나 눈 부위를 움직일 경우를 가상하여 실험하여 얻은 결과이다. 그림 4(d)는 얼굴 전체의 윤곽과 눈, 코, 입 등의 변화에 반응하는가를 실험한 것으로 임계치의 설정 정도에 따라 감지의 정도 변화를 확인할 수 있었다. 이러한 결과들을 통하여 감시 영역의 크기 변화에 따른 프로그램의 동작 능력을 충분히 확인할 수 있었다. 다음은 빛의 양에 따른 영상 감지의 정도를 실험한 것이다.

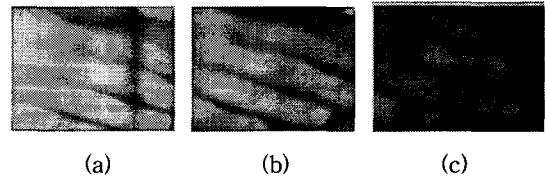
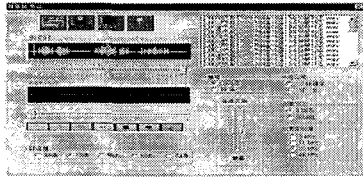


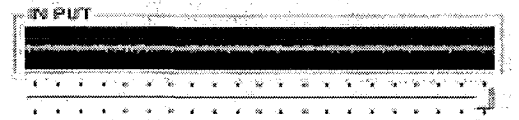
그림 5. 빛의 양에 따른 영상 감시 (a) 빛의 양이 많은 경우 (b) 기본적인 빛의 양, (c) 빛의 양이 적을 때
Fig. 5. Image detect by light source. (a) high level Lux, (b) middle level Lux(standard), (c) low level Lux.

그림 5(a)는 빛의 양이 많은 경우 영상 감지 프로그램의 동작이다. 빛이 많이 들어오는 아침이나 창가의 경우와 동일한 결과를 얻을 수 있을 것이다. 그림 5(b)는 기본적인 실내등이 있는 경우의 결과이다. 프로그램에서 기준이 되는 상황에서 얻은 결과이다. 그

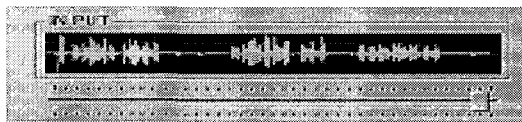
립 5(c)는 실내등이 약하거나 광원이 없는 경우 어두운 상황에서의 프로그램의 동작 결과이다. 이번 실험에서 빛의 양에 따라라도 임계치에 변화를 주면 충분히 원하는 만큼의 동작이 수행되는 것을 확인할 수 있었다.



(a)



(b)



(c)

그림 6. 음향 감시 프로그램 실행 결과, (a) 음향 감시 프로그램, (b) 음향 감시 프로그램 저장 결과 (일반적인 음향), (c) 음향 감시 프로그램 저장 결과 (응급상황의 음향)

Fig. 6. Result of Sound detecting program, (a) Sound detecting program, (b) Result of detecting sound (general sound), (c) Result of detecting sound (sound of emergency situation)

그림 6(a)는 음향 감시 프로그램의 동작 시 모습이다. 음향 감시 프로그램은 음향 파일로 저장되기 때문에 시각적으로 확인할 수 있는 부분은 마이크에서 입력되어 도시되는 음향의 파형뿐이다. 그림 6(b)의 경우는 일반적인 기계소음 외에 특별한 음향이 감지되지 않은 경우의 파형이며, 이 경우는 저장이 되지 않았다. 그림 6(c)는 신음 소리나 비명 등의 임계치 이상의 음향이 감지되었을 경우를 나타내고 있다. 사용자가 지정해 놓은 임계치 이상으로 값이 변하면서 도시되고 있다. 이 경우의 입력된 음향 신호는 블록 단위의 wav 파일로 저장이 되었다.

VI. 결론

앞서 제안한 바와 같이 본 연구에서는 별도의 H/W구성없이 기존의 아날로그 CCTV 카메라와 A/D 컨버터(또는 PC 카메라), 마이크, PC만으로 영상과 음향에 대한 24시간 실시간 무인 환자감시 시스템을 구현하였다.

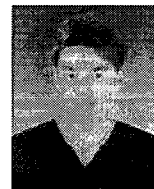
영상 신호 처리의 경우에는 모의실험의 결과에서 나타난 바와 같이 실내에 고정된 광원을 사용하면 광원의 영향을 많이 받지 않을 것이고, 감시 영역을 줄인다면 만족하는 감지도를 얻을 수 있다. 음향 감지 프로그램의 경우 주변의 소리 환경에 따른 문제는 임계치의 조정과 지향성 마이크의 사용으로 문제점을 줄일 수 있다.

이 논문에서 제안한 무인 환자감시시스템은 영상과 음향 정보를 통해 환자의 보호자가 없는 상황에서 일어난 응급상황 정보를 제공함으로써 차후 의사의 환자 진단 및 치료에 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한 응급상황 발생시 경고 신호 발생으로 환자에 대한 빠른 조치가 이루어 질 수 있는 무인 환자감시시스템이 될 것이다.

향후 무선인터넷을 이용하여 실시간 환자감시 시스템을 구축하고 PC 한대에 여러 개의 마이크와 카메라를 연결하여 다중 무인 환자감시시스템을 구현한다면 저렴한 비용으로 효율적인 무인 환자감시시스템으로 활용할 수 있고, 환자 보호를 위한 다양한 임계적 정보를 제공할 수 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] I. Cohen, and G. Medioni, "Detecting and Tracking Moving Objects for Video Surveillance", *IEEE Proc. Computer Vision and Patten Recognition*, Vol 2, pp. 319-325, 1999.
- [2] G. Medioni, I. Cohen, F. Bremond, S. Hongeng, and R. Nevatia, "Event Detection and Analysis from Video Streams", *IEEE Transactions on Pattern Anaylsis and Machine Intelligence*, Vol. 23, No. 8, pp. 873- 889, 2001.
- [3] 조태훈, 최영규, "다중배경분포를 이용한 움직임 검출", *정보처리학회지*, 제 8-B권, 제 4호, pp. 381- 388, 2001.
- [4] 신동하, 이우철, "Video4Linux를 이용한 모션 검출 알고리즘의 구현", *소프트웨어 미디어 연구*, 3호, 상명대학교, 2004년 5월
- [5] 이상엽, *Visual C++ Programming Bible*, 영진출판사, 1998.



이 기 우(Kee-Woo Lee)

2005년 2월 안동대 정보전자공학교육과(공학사)
2005년 3월 ~ 현재 바이오 전자공학과 재학중

관심분야 : 디지털신호처리, 의용 공학



이 혁 수(Hyuk-Soo Lee)

1997년 고려대학교 응용전자공학과 학사 졸업
1999년 단국대학교 의학과 석사 졸업
2002년 서울대학교 협동과정 의용생체전자공학 전공 박사 졸업

2003년 9월 ~ 현재 안동대학교 정보전자공학과 교수
관심분야 : 인공장기, 의료기기, 신호처리