

휴대용 호흡 감시장치의 개발

°권 성훈, 김 희찬*, 최 성욱**

°서울 대학교 대학원 협동과정 의용생체공학전공, 서울대학교 의과대학 의공학교실*
 서울대학교병원 의공학과**

Development of Handheld Respiration Monitoring System

°S. H. Kwon, H. C. Kim*, and S. W. Choi**

°Interdisciplinary Program, Biomedical Engineering Major, Graduate School,
 Department of Biomedical Engineering*, Seoul National University and
 Department of Biomedical Engineering**, Seoul National University Hospital

ABSTRACT

Respiration monitoring is important in many clinical situations due to its relationship to vitality. But present commercial monitoring systems are bulky and expensive, so they are inadequate to be used for long term recording or out-patients application. We have developed a low cost, low power, handheld respiration monitoring system based on airflow measurement. Respiration flow is indirectly detected using a thermister or a themocouple sensor. Real time recording of respiration rate, abnormality detection and apnea alarming are available.

서론

호흡은 생존을 위한 가장 기본적인 활동이므로 환자의 상태에 대한 직접적인 지표가 된다. 따라서 호흡감시는 중환자감시, 수면검사, 마취제용량 제어 등 다양한 임상분야에서 이용되고 있다[1]. 호흡감시는 대부분 장기간의 감시가 필요한 특성이 있다. 그러나 기존의 호흡감시장치들은 환자감시장치의 일부분으로 독립적으로 휴대가 불가능하고 고가장비가 대부분이므로 중환자실이 아닌 일반병실이나 가정에서 이용되기가 어려운 실정이다.

이에 본 연구에서는 저가, 소형의 휴대용 호흡감시 및 기록장치를 개발하고 임상시험을 통해 성능을 평가하였다. 개발된 장치는 호기(expiration)시의 공기 흐름에 의한 온도변화를 감지하여 호흡률을 액정화면에 표시하고 실시간 기록을 한다. 무호흡이나 가쁜 호흡 시 경고음과 간호사 호출기능을 포함하며 기록된 정보는 감시 종료 후 직렬통신을 통해 PC로 전송될 수 있어 각종 검사용으로 사용될 수 있다.

본론

1. 전체 시스템 구성

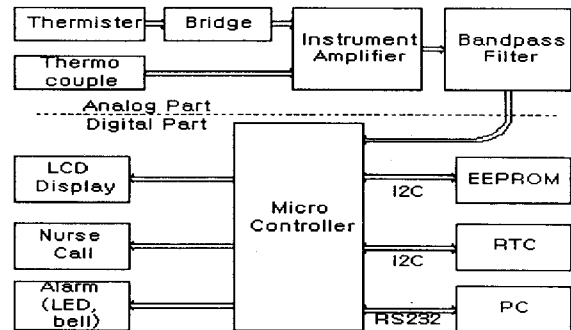


그림 1. 전체 시스템 블록도

전체 시스템의 구성은 그림 1과 같다. 환자의 인중부위에서 호흡시 가스흐름에 의한 온도변화를 자체 제작한 열전쌍 센서나 상용 써미스터(thermister)(그림 2)로 감지한 후 브리지에서 동상 입력을 제거하고 접지 분리된 증폭기와 대역 0.1-10Hz의 대역통과필터를 통과시켜 최종 아날로그 입력을 만든다[2,3]. 이 신호를 PIC16C73 μ

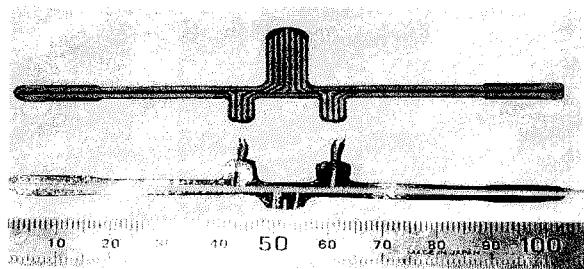


그림 2. 센서 : 써미스터(위), 열전쌍(아래)

-controller(Microchips)를 이용하여 100Hz 표본화 후 이동평균법을 통해 잡음을 제거하고 이 평균값을 대표값으로 한다. 이 대표값에 검출 알고리즘을

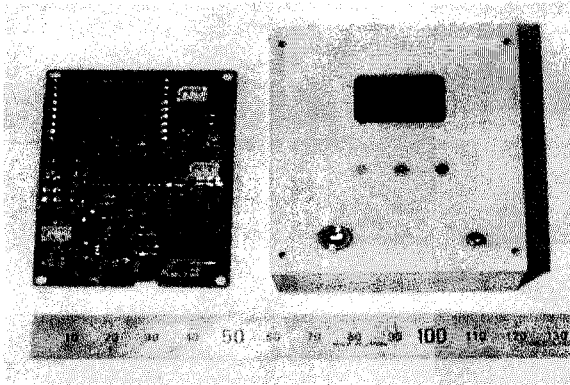


그림 3. 휴대용 호흡 감시 장치

적용하여 호흡여부를 판단하고 호흡률을 계산하여 LCD에 표시하고 RTC(DS1307)로부터 얻은 현재 시각과 함께 EEPROM(24LC65)에 저장한다. 이 기록은 감시가 끝난 후에 PC로 직렬 통신을 통해 보내진다. 계산된 호흡률이 비정상인 경우 무호흡(15초간 무호흡), 느린호흡(분당 10회 이하), 가쁜호흡(분당 30회 이상)으로 분류하여 LED에 표시하며 경고음을 울리고 병상의 간호사호출라인에 신호를 보낸다. 그림 3은 실제 개발된 시스템이다.

2. 검출 알고리즘

그림 4.(a)는 아날로그 입력신호의 모식도이다. A는 증폭기의 기준 전위와 포화 전위, H는 호기(expiration)시의 온도상승, I는 흡기(inspiration)시의 온도하강을 나타낸다. 그림4.(b)는 아날로그 입력의 상태전이도이다[4]. 호흡시점을 호기의 시점인 C와 E로 생각하여 이들을 검출하였다. 우선 상태(State)는 현재 입력과 이전 입력의 차이의 부호로 ⊕, ⊙, ⊖ 의 3가지로 하되 각 상태의 값(S)은 ⊙, ⊖는 TRUE로 ⊕는 FALSE로 정의하고 이전 상태의 값(p_S)을 기억하면 아래의 판별식으로 사건 C, E를 판별할 수 있다.

if { (p_S XOR S is TRUE) and (S is TRUE) }
then { respiration occurred }

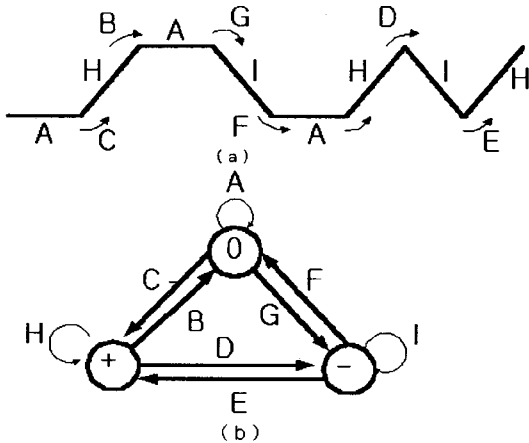


그림 4.

(a)아날로그 입력의 개략도 (b) 상태전이도

이때 잡음의 영향에 대해 상태변화 hysteresis특성을 주기 위해 이전 입력과 현재입력과의 차이가 어떤 임계치를 넘을 때 만 상태를 다시 계산한다.

3. 결과

위와 같이 구성된 호흡감시장치를 이용하여 임상 시험을 한 결과 피험자의 호흡수 산술에 대해 느린 호흡과 무호흡의 경우 97% 이상, 가쁜 호흡의 경우 95% 이상의 적중률을 보였다.

고찰

써미스터 센서의 경우 온도변화에 대한 감도(sensitivity)가 열전쌍에 비해 민감한 장점이 있으나 센서가 휘는 것에 대한 저항의 변화가 호흡에 의한 열저항 변화와 상응할 정도의 값이므로 움직임왜곡(motion artifact)에 약하다. 따라서 중환자와 같이 움직임이 적고 호흡이 약한 경우는 써미스터가, 환자의 큰 움직임이 있을 경우에 대해선 열전쌍센서가 적합하다.

결론

저가, 저소비전력의 휴대용 호흡감시 및 기록장치를 호흡시 가스 흐름에 의한 온도변화를 검출하여 구현하였다. 수면검사, 중환자감시, 가정용 호흡기록 등 다양한 임상사례에의 응용가능성을 임상시험을 통해 확인하였다.

참고문헌

[1] Neil R. Carlson, "Foundations of Physiological Psychology", Allyn And Bacon, 3rd, 1995
 [2] Julian W. Gardner, "Microsensors - Principles and Applications", John wiley & Sons, 1994
 [3] John G. Webster, "Medical Instrumentation", Houghton Mifflin Company, 1992
 [4] Randy H. Katz. "Contemporary Logic Design", Addison-Wesley Pub Co 1993