

센서 네트워크와 CMOS 이미지 센서를 이용한 바이오센서 활동량 측정 모듈 개발

박세현^{*} · 곽호협^{*} · 김응수^{**}

^{*}안동대학교 · ^{**}대전대학교

Development of Measuring instrument module for Biosensor Activity using
CMOS Image sensor and sensor network

Sehyun Park^{*} · Hohjub Kak · Eungsoo Kim^{**}

^{*}Andong national university · ^{**}Daejeon university

E-mail :shpark@andong.ac.kr

요 약

센서 네트워크와 CMOS 이미지 센서를 사용하여 바이오센서 활동량을 측정할 수 있는 모듈을 개발하였다. 수중의 물벼룩, 물고기와 같이 살아있는 대부분 생물체는 수질을 모니터링 하는 바이오센서로 자주 사용된다. 바이오센서의 활동량은 수질에 의해 변화한다. 개발된 바이오센서의 측정 모듈은 기존의 장치에 쉽게 인터페이스 할 수 있다.

ABSTRACT

Measuring instrument module for biosensor activity is developed using CMOS image sensor and sensor network. Most of living organism in water as water flea, fish, etc are frequently used as biological sensor for monitoring the water quality. The activity of biosensor is changed by the quality of water. The developed measuring instrument module can easily interface to the existing instrument.

키워드

biosensor activity CMOS image organism

1. 서 론

수질의 유해성 검증은 수질 측정에 있어서 가장 중요한 기본 정보로 활용된다. 수질의 오염에는 많은 원인들이 있고 이것들을 검출하는데 각각의 원인에 대해 센서를 동원하는 것은 비용과 노력 측면에서 매우 비효율적이다. 최근 이러한 문제점을 해결하기 위해서 바이오센서(Bio-sensor)에 관심이 집중되고 있다. 인체 유해성이 수질 오염에 의해 얼마나 영향을 받느냐 하는 지표로 사용되는 바이오센서들은 미생물, 어류, 물벼룩 등이 주로 사용된다.

일반적으로 수질 유해성을 검출하기 위해 사용되는 물벼룩과 같은 수중 생물체인 바이오센서는 독성 물질에 노출되면 활동량의 변화를 가져온다. 따라서 바이오센서의 활동량 변화를 측정하면 해당 수질의 독성 물질 유입 여부를 쉽게 판단할

수 있다. 바이오센서는 많은 물리 화학적 센서들에서 검출이 힘든 작업을 수행 할 수 있으며 이 작업을 하나의 센서로 대체할 수 있다. 그리고 바이오센서에 의해 측정하는 것이 인체에 대한 수질의 유해 여부를 가장 신뢰 있게 판단할 수 있다.[1][2][3][4]

바이오센서의 활동량을 측정하는 기존의 방법은 LED와 Photo Tr.을 이용한 방법과 CCD 카메라로 활동량을 측정하는 방법이 있다.

LED와 Photo Tr.을 이용한 방법은 바이오센서의 활동량에 비례하여 LED 부의 빛이 포토 Tr.에서 차단되므로 활동량에 비례하는 수치를 측정한다. 그리고 CCD 카메라에 의한 방법은 CCD 카메라의 신호를 Video Input Processor로 처리한 후 이 디지털 데이터를 하드웨어적 혹은 소프트웨어적으로 활동량을 검출하게 한다.

기존의 방법에서 LED 방식의 경우는 발광부와

TR의 수광부 위치를 정밀히 조정하여야 하는 문제가 있는 반면 CCD 카메라 경우는 비교적 고가라는 문제가 있었다. 그리고 이들의 기존 방식에서의 공통적인 문제점은 기존의 수질 측정 장치에 인터페이스가 어렵다는데 있다.

본 논문에서는 CCD 카메라에 비해 다소 저가인 CMOS 이미지 센서를 이용하여 바이오센서 활동량 측정 하드웨어 모듈을 개발하고 센서 네트워크를 이용하여 기존의 수질 측정 장치에 인터페이스를 가능하게 하고자 한다.

기존의 수질 측정기의 측정 데이터와 바이오센서의 활동량 수치 사이에 서로 보완적인 관계가 있다. 따라서 기존 측정기와 바이오센서의 활동량 측정기의 하드웨어적 혹은 소프트웨어적 인터페이스는 기존 장치의 측정 데이터에 대한 정확도와 신뢰성이 확보 될 수 있다. 그리고 바이오센서의 활동량 측정 하드웨어에 대해 ZigBee에 의한 센서 네트워크가 가능한 모듈로 구현하게 한다면 기존의 수질 측정 시스템은 기존의 고정된 수질 측정 항목에서 바이오센서 측정 데이터 항목을 쉽게 삽입 가능하게 될 것이다. 또한 센서 네트워크를 구축함으로써 바이오센서 활동량 측정을 위한 자리 배치와 이동 및 교체 수리가 쉽게 되어 효과적인 측정이 가능하게 될 것이다

따라서 본 논문에서는 센서 네트워크와 CMOS 이미지 센서를 이용하여 바이오센서의 활동량 측정 하드웨어 모듈을 구현하고자 한다.

II. 본 론

바이오센서의 활동량을 실시간으로 측정하기 위해서는 소프트웨어 처리와 하드웨어 처리 방법이 있다.

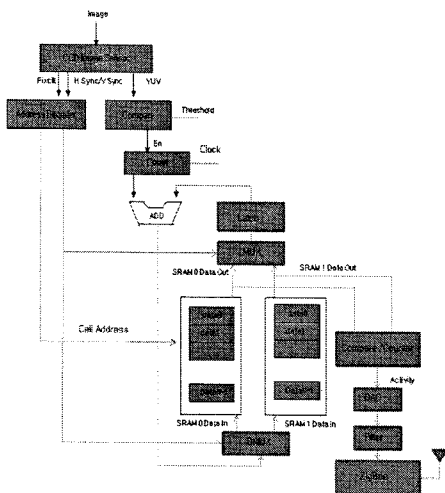


그림 1. 바이오센서 활동량 측정 모듈
Fig 1. Activity Measurement Module for Biosensor

소프트웨어 처리방법은 바이오센서의 이미지 데이터를 이미지 프레임 버퍼에 보관하여 소프트웨어로 처리 하는 과정을 거치기 때문에 속도 면에서 다소 느린 면이 있다.

대부분 소프트웨어 처리는 PC를 동원하거나 DSP와 같은 전용 장비를 동원되어야 하기 때문에 측정 장비의 크기와 운용 면에서 고가이다. 본 논문에서 구현한 방법은 하드웨어로 직접 구현함으로써 실시간 처리를 하여 소프트웨어 처리에 비해 속도와 구현에 있어서 경제적이다.

그림 1은 본 논문에서 구현한 바이오센서의 활동량 측정 하드웨어 모듈이다.

그림에서 보는 바와 같이 바이오센서의 활동량 측정은 2 개의 메모리 SRAM0와 SRAM1를 사용한다. 2 개의 메모리는 Even과 Odd의 이미지 프레임을 저장한다. SRAM0와 SRAM1는 실시간으로 이미지 프레임 을 교대로 저장하며 한번 사용된 이미지 프레임은 다음의 새로운 이미지 프레임으로 교체된다. Even과 Odd의 이미지 프레임은 SRAM0와 SRAM1의 동일한 주소에서 각각의 데이터가 비교되고 일정 값 이상 차 이가 나면 이를 Compare/Counter에서 카운터 하게 한다.

Compare/Counter에서 카운터된 데이터는 일정 기간 합산하여 추출하게 한다. 그러나 SRAM0와 SRAM1의 모든 주소에 대해 이 방식을 적용하게 하면 바이오센서의 활동량에 대한 잡음이 있을 수 있으므로 프레임 공간에 격자형으로 공간을 나누어 누적 하여 비교하게 한다. 이러한 격자 메모리 공간을 Cell 이라 한다. 그림 1의 ADD와 Latch는 이러한 용도로 사용하였다.

CMOS 이미지 센서의 Pixel clk과 Hsync 및 Vsync는 주소 디코드를 통해서 Cell 주소를 디코드하며 Even과 Odd의 이미지 프레임을 저장하기 위한 신호를 발생한다.

Compare/Counter에 측정된 데이터는 DAC에 의해 아날로그 값으로 변화시켜 필터를 거친 후 ZigBee의 모듈에 입력하게 한다. 그림 2는 이 과정을 자세히 서술한 것이다.

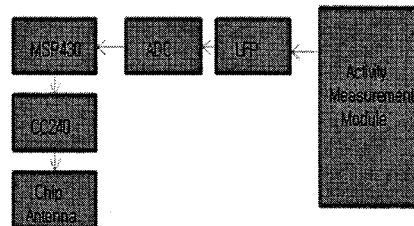


그림 2. 필터와 ZigBee
Fig 2. Filter and ZigBee

바이오센서의 활동량은 짧은 시간에 많은 작은 변화가 있기 때문에 이를 일정 기간 평균해서 측정한다. 본 논문에서는 Compare/Counter에 측정된 데이터를

아날로그 변환한 후 Low pass Filter를 거치게 하였다. 이렇게 함으로서 바이오센서의 활동량의 작은 변동을 최소화하고 동시에 활동량 평균값을 구하는데 있어 메모리 저장 공간의 절약함과 동시에 측정상의 오류를 피할 수 있다.

LFP을 거친 바이오센서 활동량은 ADC를 통해 MSP430을 거친 칩 안테나에 의해 전송된다.

III. 실험 및 고찰

그림 3은 바이오센서의 활동량을 시뮬레이션한 화면이다. 시뮬레이션한 화면에서의 파일 열기는 바이오센서의 모형 이미지를 호출할 수 있다. 호출된 모형 바이오센서는 각 모드에서 활동량을 변화시킬 수 있다.

시뮬레이션한 화면에서 바이오센서의 개수, 활동의 속도 및 활동 모드를 설정할 수 있으며 바이오센서의 활동의 개시와 활동 정지를 수행할 수 있다. 시뮬레이션한 화면의 바이오센서 활동 모드는 무작위, 랜덤, 직선 운동에서 위, 아래, 왼쪽 및 오른쪽 운동을 시킬 수 있다.

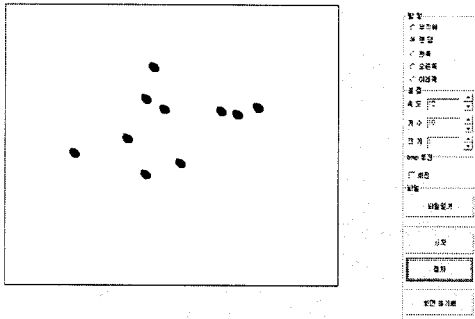


그림 3. Bio-sensor 시뮬레이션
Fig 3. Bio-sensor simulation

여기서 무작위와 랜덤 모드는 무작위는 운동 초기에 바이오센서 활동이 무작위로 운동하며 그 후 직선 운동으로 움직이는 것을 말하며 랜덤 모드는 각 개체의 매 순간 무작위로 운동 하는 것을 말한다.

그림 4는 랜덤 모드에서 바이오센서의 활동량을 측정하는 것이다. 그림에서 가로 축은 시뮬레이션한 바이오센서의 활동량이고 세로축은 본 논문에서 개발한 바이오센서 활동량 모듈에서의 측정값이다.

가로축의 활동량은 시뮬레이션 화면의 속도를 증가시키으로써 얻게 한다. 바이오센서의 활동량을 5에서 50까지 변화시켰을 때 바이오센서 활동량의 측정치는 10에서 100까지 선형적 증가를 보인다.

바이오센서의 활동량의 측정값에 있어서 고정된 절대적 값은 의미가 없으며 수질 변화에 따른 상대적인 값이 중요하다.

무작위와 그 외의 직선 운동에서 위, 아래, 왼쪽

및 오른쪽 운동에 대한 바이오센서 활동량 측정은 랜덤 모드와 같은 선형적이지만 보다 높은 기울기를 가진다는 것이 쉽게 예측이 되며 동일한 실험 결과를 얻었다.

따라서 바이오센서 활동량 증가에 대한 개발된 바이오센서의 활동량 측정 하드웨어 모듈의 측정값은 선형적으로 증가되는 것을 확인할 수 있었으므로 개발된 바이오센서의 활동량 측정 하드웨어 모듈은 정상적으로 동작됨을 알 수 있다.

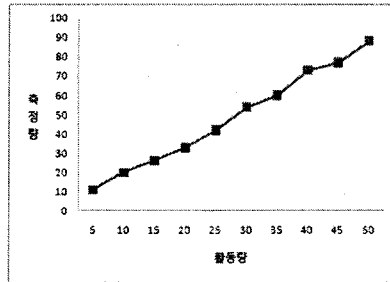


그림 4. 바이오센서 활동량
Fig 4. The Activity of Bio-Sensor

IV. 결론

센서 네트워크와 CMOS 이미지 센서를 이용하여 바이오센서의 활동량 측정 하드웨어 모듈을 개발하였다. 개발된 바이오센서의 활동량 측정 하드웨어 모듈은 기존의 고가의 CCD 카메라 방식에서 비교적 저가의 CMOS 이미지 센서를 사용하였고 ZigBee에 의한 센서네트워크를 구현함으로써 기존의 수질 측정 장치와의 자유로운 인터페이스가 가능하게 하였다.

기존의 수질 측정 장치의 데이터와 바이오센서의 활동량 수치 정보 사이에 서로 보완적인 관계가 있기 때문에 구현된 바이오센서의 활동량 측정 하드웨어 모듈을 사용하면 기존 수질 측정 장치의 정확도와 신뢰성이 확보 될 수 있다. 또한 구현된 바이오센서의 활동량 측정 하드웨어 모듈은 Zigbee에 의한 유비쿼터스 네트워크가 가능하게 함으로서 바이오센서 측정을 위한 위치 이동과 배치 및 교체 수리가 쉽게 되어 효과적인 측정이 가능하다는 장점을 가지고 있다.

참고문헌

- [1] 김지훈, 홍승욱 "리눅스 기반 DVR시스템 통신모듈 설계 및 성능 측정", 한국정보과학회 학술발표논문집, pp 28-30, 2003
- [2] 박세현, 박세훈, 김용수 "원격제어 모니터링 시스템을 위한 임베디드 리눅스 시스템의 다중 채널 직렬장치 구현", 한국해양정보통신학회 논문지, Vol. 9 No. 5, pp 1039-1044, 2005
- [3] 유정재, 선선구, 박현욱 "CCD 영상에서의 실시간

자동 표적 탐지 알고리즘”, 대한전자공학회, 전자공학
회논문-SP, Vol. 41 No. 6, pp 99-108, 2004

[4] 강기훈, 자동 및 수동 수질 측정망의 최적 설계에
관한 연구, 석사학위논문, 서울대학교, 1997