

휴대용 전자코시스템의 설계 및 개발

Design and development of a portable electronic nose system

이정우*

김명호*

신동화**

김성민*

정희원

정희원

J. W. Lee

M. H. Kim

D. H. Shin

S. M. Kim

1. 서론

최근 컴퓨터와 센서와 같은 전자기술의 발전과 함께 인간 감각 기관을 모방하는 연구가 계속 이어지고 있다. 그 중에서 인간의 후각기관을 모방한 전자코시스템의 개발에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(Byun et al., 2004). 전자코시스템은 크게 인간의 후각 세포와 유사한 특정 기체를 인식하는 다중 센서 배열과 인간 두뇌의 후각인지 시스템과 유사한 패턴인식 소프트웨어로 구성되어 있는데 비파괴적이고 신속한 측정이 가능하고 가격이 저렴하다는 장점을 가지고 있다(Kim et al., 2002). 현재 식품의 품질 판정, 농산물의 산지 판별과 같은 용도로 전자코시스템은 소형화와 인터넷 등과 연계하여 산지에서 실시간 측정 및 분석이 가능하도록 개발하고 있다(Noh et al., 2002) 본 연구에서는 농산물과 식품의 휘발성 방향 성분 측정을 위한 휴대용 전자코시스템 개발에 중점을 두고 하드웨어 설계를 최적화하고 신호 측정 및 분석 소프트웨어 개발에 중점을 두고 있다.

2. 재료 및 방법

가. 전자코시스템 구성도

1. 전자코시스템 구성도

전자코시스템은 그림 1과 같이 크게 세부분으로 나누어진다. 하드웨어시스템은 신호를 추출하기 위한 장치를 구성되어 있는데 향기와 공기의 선택적 흐름을 제어 하는 솔레노이드 밸브와 신호를 추출하는 다중 가스센서 배열과 그것들을 외부로부터 차단하는 detecting chamber, 그리고 향기 또는 공기를 detecting chamber 내로 유입시키고 외부로 배출시키는 역할을 하는 진공펌프로 구성된다. 인터페이스 부분은 노트북에 장착이 가능하도록 PCMCIA 형식의 신호획득장치(DAQcard)를 장착하였다. DAQcard는 솔레노이드밸브, 가스센서의 전원, 진공펌프를 디지털신호를 통하여 작동을 정확하고 빠르게 제어한다. 그리고 가스센서에서 추출한 다채널의 연속적인 아날로그 신호를 추출하여 노트북으로 전송하는 역할을 한다. 마지막으로 소프트웨어 부분은 인터페이스 부분에서 전송된 디지털, 아날로그 신호를 출력, 제어, 분석, 저장하는 역할을 한다. 노트북을 이용하여 휴대성이 강조되어 필드에서도 실험이 가능하도록 되었으면 유·무선 인터넷을 이용하여 원격제어도 가능하게 되어 사람이 접근

* 전북대학교 농업생명과학대학 생물자원시스템공학부(농업과학기술연구소)

** 전북대학교 농업생명과학대학 응용생물공학부

본 연구는 2004년도 한국과학재단의 지원에 의하여 연구되었음(R05-2004-000-11433-0)

이 어려운 장소의 유독성의 향기 측정 용도로도 활용이 가능하게 되었다. 그림 2는 개발된 시스템의 외관 사진을 보여준다.

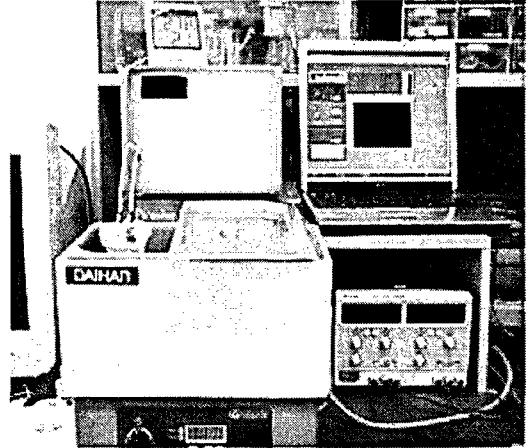
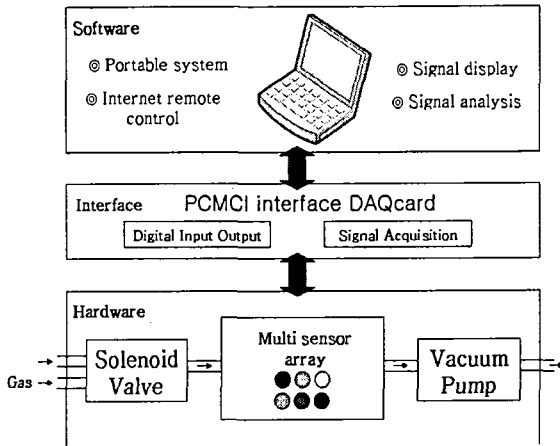


Fig. 1 Schematic diagram of electronic nose system.

Fig. 2 Photograph of electronic nose system.

나. 전자코시스템의 작동 순서도

그림 3은 전자코시스템의 작동 순서도를 보여 주고 있다. heating time은 센서의 정격 전압(5 V) 보다 높은 과전압(6 V) 흐르게 하여 센서의 이물질 제거하는 역할을 한다. Cleaning time은 detecting chamber내로 신선한 공기를 유입시키고 공기에서의 안정화 된 저항 (R_{air})를 측정 한다. Sampling time은 detecting chamber로 시료의 가스가 유입되는 시간으로 방향성분에 의한 센서의 저항 변화를 측정한다. Pump operating time은 펌프를 일시적으로 작동시켜 detecting chamber내로 시료를 유입시키고 가스의 유동을 멈추게 하여 R_{gas} 측정을 위한 안정화를 도와주는 역할을 한다. 그림 4는 전자코시스템의 하드웨어 구성과 소프트웨어를 같이 보여 주는 프로그램으로 상용 프로그램(LabVIEW, version 7.0, National Instruments, USA)을 이용하여 개발하였다. 그림에서 상단에 위치하는 부분은 하드웨어 제어와 동작 상태를 볼 수 있도록 디자인 되었으며 하단에 위치한 부분은 센서의 저항 변화, 각 센서의 화학적 반응성분, 측정데이터의 저장 위치, $R = R_{gas}/R_{air}$ 또는 $M = R_{air} - R_{gas}$ 과 같은 분석 결과를 보여주고 있다.

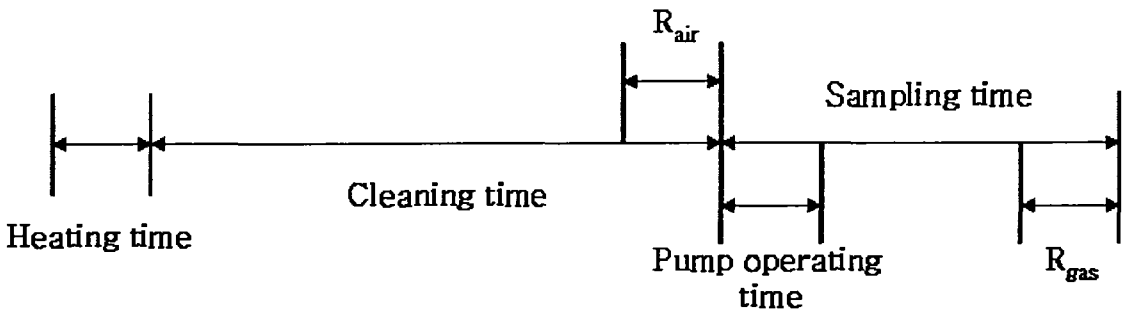


Fig. 3 Flow chart of a sampling procedure.

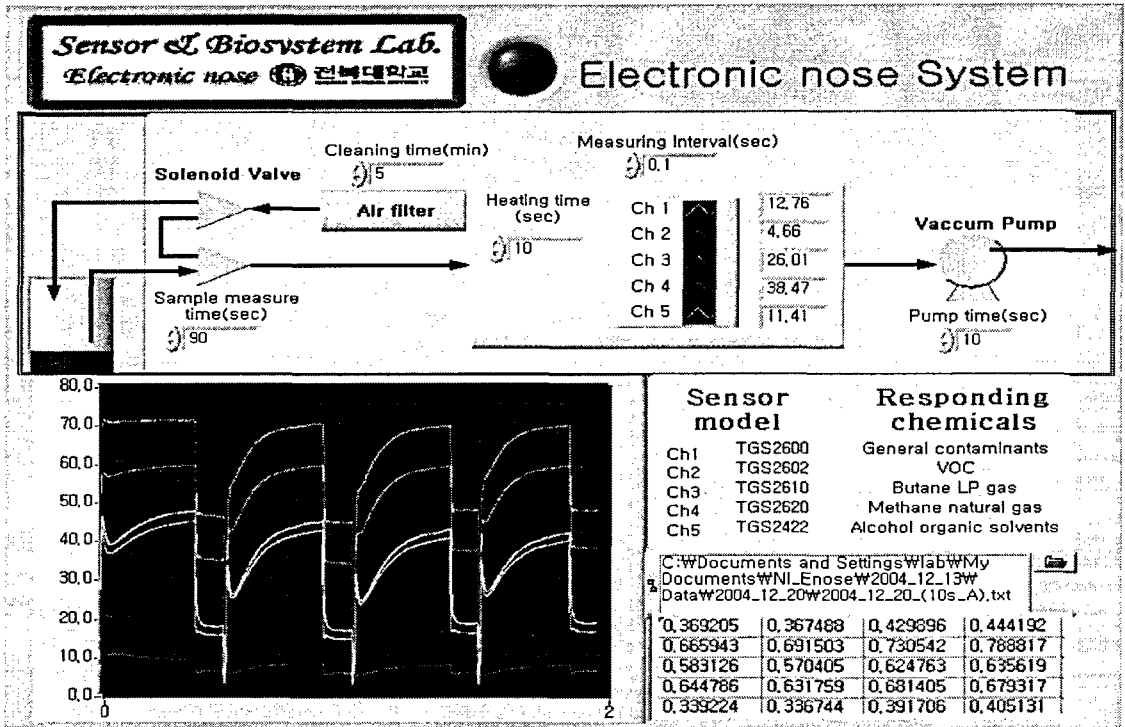


Fig. 4 Electronic nose system operating software.

3. 결과 및 고찰

가. 전자코시스템의 성능 분석

본 실험은 순창에서 제조된 고추장을 구입하여 항온수조를 이용하여 일정 온도(30 °C)에서 향기 성분을 추출하며 펌프의 전원 및 작동 시간을 달리하며 실험을 실시하였다.

그림 5의 왼쪽은 펌프를 정격전원인 12 V로 연속적으로 작동시키고 시료를 측정하는 것을 보여 주고 있는데 M_{inf} 는 시료 유입 이후 저항이 최하점에 도달하는 시간을 보여 주고 있다. 펌프를 연속적으로 작동하였을 경우 저항이 계속 변화하는 형태를 보이는데 이것은 안정화 상태의 R_{gas} 를 측정을 어렵게 만든다. 5번 센서의 경우 11.4초 이후 저항이 다시 증가하는 경향을 보여 주고 있는데 이것은 펌프와 시료가 들어있는 용기와 의 상관관계를 보여주고 있다. 그림 5의 오른쪽 그림은 시료용기의 순수한 시료의 방향성분만을 유입시키기 위한 시간을 10초라 가정하고 펌프를 10초와 120초 동안 작동시키고 하나의 센서만을 비교한 것이다. 연속적으로 펌프를 작동 것에 비해 시료의 방향성분의 정보를 빠르고 정확하게 측정할 수 있음을 보여 주고 있다. 그림 6은 펌프를 20초 동안 작동시키고 저항의 변화량($M = R_{air} - R_{gas}$) 과 저항의 비율($R = R_{gas} / R_{air}$)을 도시한 것이다. 펌프의 전원은 시료의 가스 유입 속도와 관련되는데 가스 유입 속도가 빠를수록 저항의 변화량은 증가하고 저항의 비율은 감소하는 경향을 보인다. 이것은 동일한 조건에서 가스 유입 속도가 빠를수록 휘발성 방향성분의 정보를 많이 획득할 수 있음을 보여주고 있다. 즉 연속적으로 펌프를 작동시키는 것 보다는 시료 용기와 펌프 작동시간을 최적화하여 작동 시키는 것이 전자코시스템의 빠르고 정확한 측정에 활용할 수 있음을 보여 주고 있다.

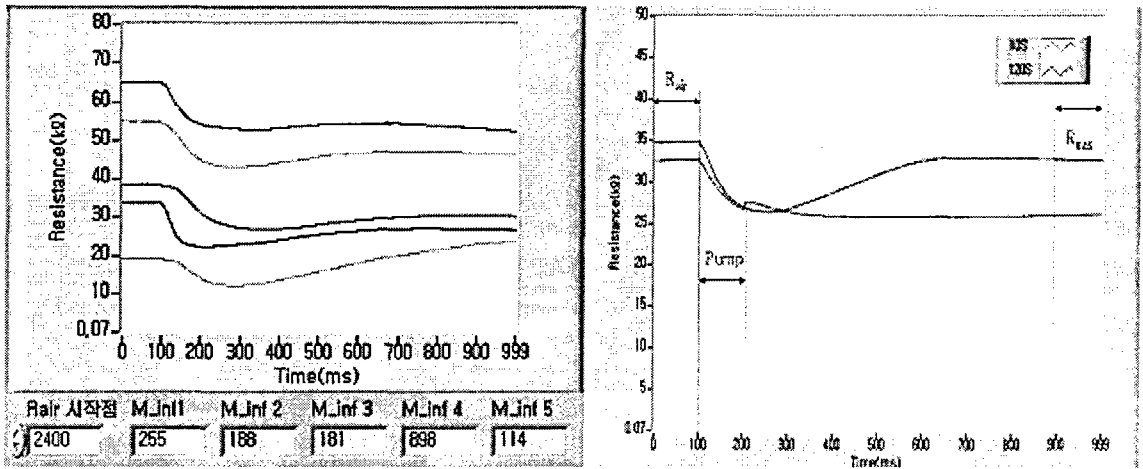


Fig. 5 Sensor responses of red pepper paste.

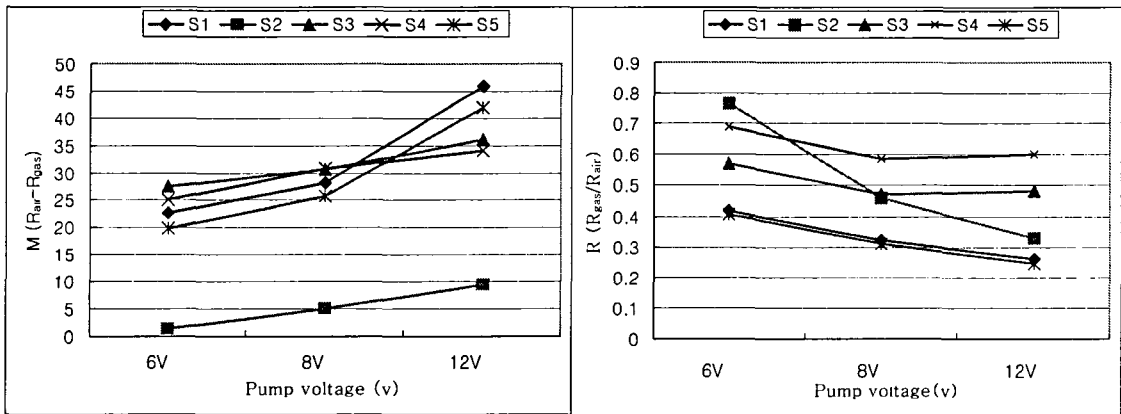


Fig. 6 Variations of M and R with different pump operating voltages.

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 휴대용 전자코시스템의 설계 및 개발을 목적으로 구성요소를 최적화하고자 하였다. 고추장과 같은 발효식품의 측정을 위하여 펌프작동시간과 전원을 변화하여 측정된 결과 정확하고 빠른 측정을 위해서는 인간의 코에 착안하여 펌프로 하여금 빠르게 가스를 유입시키고 멈추는 방법을 고려하게 되었다. 이것은 시료에 따라 시료의 특성, 시료의 용기, 펌프의 용량을 고려하여 설계하여 정확한 측정을 가능함을 알 수 있었다.

5. 참고문헌

1. Byun, H. G., J. S. Lee and J. D. Kim. 2004. Implementation of a portable electronic nose system for field screening. Korea sensors society. 13(1):41~46.
2. Kim, S. M. and B. S. Noh. 2002. Characteristics of shelf-life of soybean curd by electronic noses. KSAM. 27(3):241~248.
3. Noh, B. S., Y. S. Cho, K. Y. Han, J. H. Kim and S. J. Kim. 2002. Application of electronic nose in discrimination of the habitat for black rice. Food Science Technology. 34(1):136~139.