

전자코를 이용한 향신료의 신호 패턴 분석

Analysis of signal patterns of spice flavors using an electronic nose

이정우*

김성민 *

정희원

J.W. Lee

S.M. Kim

1. 서 론

향신료는 식물의 과실, 꽃, 껍질, 잎, 뿌리, 줄기 또는 이들 안에 함유되어 있는 물질로서, 식품에 향, 맛 색을 부여하는 역할과 함께 식욕 증진, 이취제거 작용, 항산화 작용, 미생물 억제 작용 등의 역할을 하기 때문에 식품의 저장 기간을 연장하고 풍미를 더할 때 매우 중요하게 사용된다(Kim et al., 1898). 또한 식생활의 근대화과 합리화에 따라 단독으로 뿐만 아니라 가공식품의 부가원료로 그 사용량이 매년 증가하고 있다. 특히 향신료의 휘발성 향기 성분은 식품에서 향신료를 결정하는 중요한 요인이며 사람의 기호와 식품의 품질과 밀접한 관계를 갖고 있다. 그러나 향신료의 휘발성 향기를 측정하는 방법으로는 관능검사와 gas chromatography(GC) 또는 GC/MS 방법이 주로 사용되었다(Chung et al., 2000). 관능검사는 잘 훈련된 관능검사원이 필요하고 향의 강도와 같은 특징은 알 수 없으며 향기에 장시간 노출될 경우 순응현상이 일어나기 쉽고 개인의 차이가 발생할 수 있다. 또한 GC/MS의 경우 혼합기체의 분리 및 정성, 정량 분석은 적합하지만 고가의 장비와 복잡한 전처리 과정과 성분예 따라 기준 물질을 설정하기 쉽지 않기 때문에 각 성분간의 상호작용에 의한 향 특성을 표현할 수가 없다(Noh et al., 1998). 이러한 단점을 극복하기 위해 인간의 후각 체계를 모방한 후각 신경 세포 역할을 하는 다중 센서 기술과 향을 판단하는 인간의 후각 인지 시스템과 유사한 패턴인식 기술을 이용한 전자코시스템이 탄생하게 되었다(Kim et al., 2002).

본 연구에서는 대표적인 향신료 9종을 선정하여 각각의 복합적인 휘발성 향기 성분에 의한 향기 패턴과 사용된 센서의 특성과 연관성 등을 분석하기 위하여 그래프분석, 주성분분석, 군집분석과 같은 분석 방법을 사용하여 향신료의 신호 패턴을 분석하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 전자코시스템

본 연구에 사용된 전자코시스템은 전북대학교 생물자원시스템공학부에서 제작되어진 것으로 5개의 metal oxide sensor(Figaro. Co., Japan)가 포함된 가스 분석 장치이다. 전자코시

* 전북대학교 농업생명과학대학 생물자원시스템공학부(농업과학기술연구소)

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

시스템에 사용된 센서는 General air contaminants(S_1), VOC(S_2), Butane LP gas(S_3), Methane natural gas(S_4), Alcohol organic solvents(S_5) 등의 화학 성분에 반응을 나타내고 있다. 시스템 제어와 신호획득에는 그래픽 프로그래밍 언어(LabVIEW, version 6.1, National Instruments, USA)를 사용하였으며 데이터 분석에는 상용 프로그램(PLS Toolbox, version 5.3, Mathworks, USA)을 사용하였다.

나. 실험재료 및 방법

본 실험은 시중에서 향신료 9종을 구입하여 시료를 유리병에 10g 넣고 항온수조를 이용하여 일정 온도(30°C)에서 향기 성분을 추출하며 각각의 시료에 대하여 4회 반복 측정을 실시하였다. 표 1은 사용된 시료의 번호와 이름 그리고 학명을 나타내고 있다.

Table 1 Spices used for the experiment

Sample No.	Spice	Sample No.	Spice
1	Parsley(<i>Petroselinum crispum</i>)	6	Basil(<i>Ocimum basilicum</i> L.)
2	Chili(<i>Capsicum frutescens</i> L.)	7	Rosemary(<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)
3	Paprika(<i>Capsicum annum</i> L.)	8	Coriander(<i>Coriandrum sativum</i> L.)
4	Oregano(<i>Origanum vulgare</i> L.)	9	Garlic(<i>Allium sativum</i> L.)
5	Onion(<i>Allium cepa</i> L.)		

다. 데이터 분석

본 연구에서 데이터 분석은 10초 동안의 평균값으로 측정된 공기의 저항값(R_{air})과 휘발성 향기성분의 저항값(R_{gas})의 변화를 사용하였다. 센서의 비율을 나타내는 $R = R_{gas}/R_{air}$ 와 센서의 변화량을 나타내는 $M = R_{air} - R_{gas}$ 을 변수 사용하였다. 각각의 변수에 대한 그래프 분석을 통하여 시료와 센서의 변화를 시각적으로 분석하였으며 주성분분석과 군집분석을 이용하여 향신료의 패턴과 각 센서들 간의 연관성을 분석하였다. 그림 1은 향신료에 의한 5개 센서의 응답과 함께 데이터 분석에 사용된 변수를 나타내고 있다.

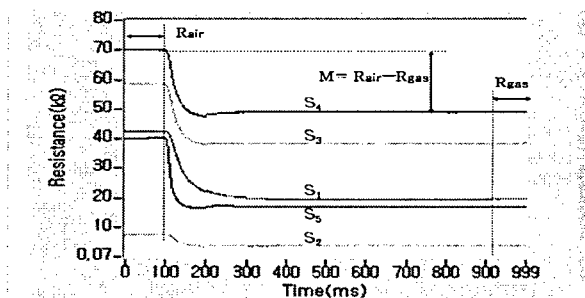


Fig. 1 Response of an array of 5 metal oxide gas sensor.

3. 결과 및 고찰

가. 측정된 데이터의 그래프 분석

그림 2는 5개의 센서와 시료를 x축으로 저항비율을 y축으로 하여 그래프분석을 실시하였다. Paprika의 경우 전반적으로 저항비율이 x축에 가까이 분포되어 있는데 이는 방향성분에 의하여 센서의 저항이 크게 변화하고 독특한 향 특성을 가지고 있음을 의미하고 있다. 그리고 2번 센서에서는 저항 비율이 1보다 크게 존재하는 것을 볼 수 있는데 이것은 시료의 저항 값이 공기의 저항 값보다 큰 것을 의미한다. 이것은 parsley, chili, onion, garlic와 같은 향신료는 공기와 혼합되어 2번 센서에 반응하는 방향성분을 감소시킴을 의미한다. 그림 3은 5개의 센서와 시료를 x축으로 저항변화량을 y축으로 그래프분석을 실시하였다. 향신료에 의한 저항의 변화량은 휘발성 방향성분의 양을 가늠하는 자료로 활용 가능할 것으로 사료 된다. 2번 센서의 저항 변화량이 가장 작게 변화하는 것을 나타내는데 이는 2번 센서에 변화하는 방향성분이 다른 센서에 비해 변화량이 작은 것을 의미한다.

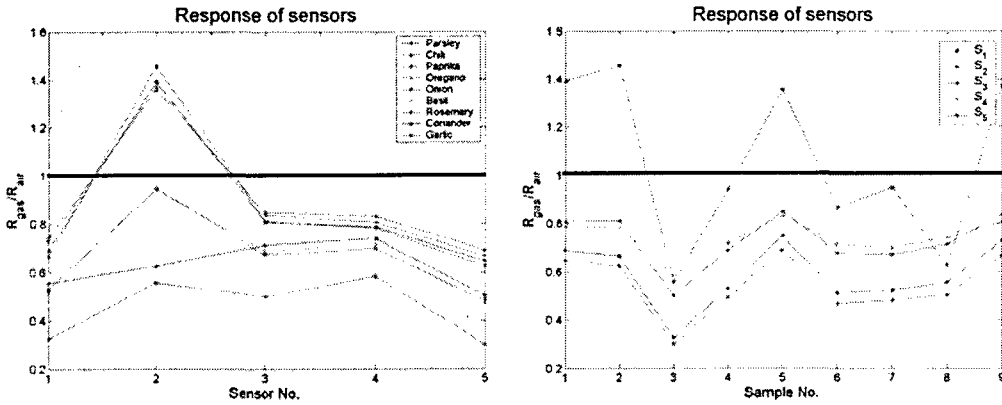


Fig. 2 Changes in R_{gas}/R_{air} of spice.

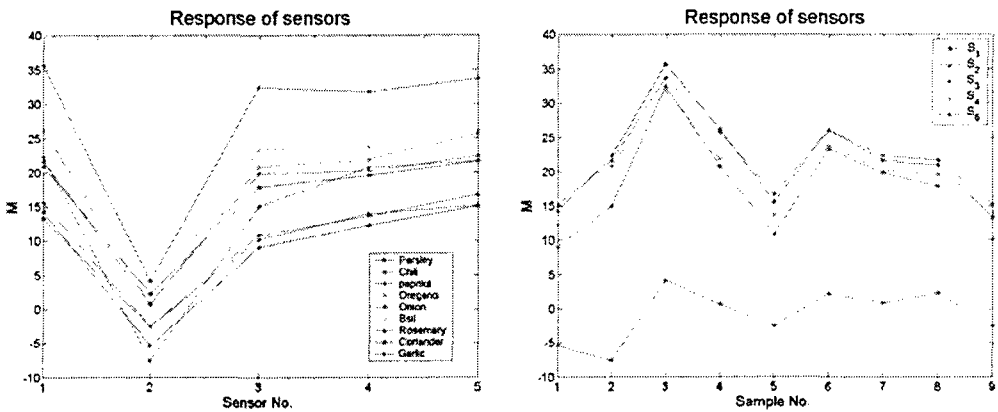


Fig. 3 Changes in M of spice.

나. 주성분 분석을 이용한 데이터 분석

전자코시스템의 5개 센서로부터 얻어진 저항의 비율(R)과 저항의 변화량(M)을 측정 변수로 하여 각각의 향신료에 대하여 주성분 분석을 실시하였다. 이렇게 얻어진 데이터를 가지고 분산이 높게 나타나는 PC(principal component)1을 x축으로, PC2를 y축으로 하여 98.89% 신뢰 구간을 갖는 2차원 score plot을 표시하였다. 그림 4에서 각각의 시료에 의한 군집을 형성하고 있음을 보여주고 있는데 전자코시스템에 의한 각 향신료 방향성분의 구별과 연관성을 보여 주고 있다.

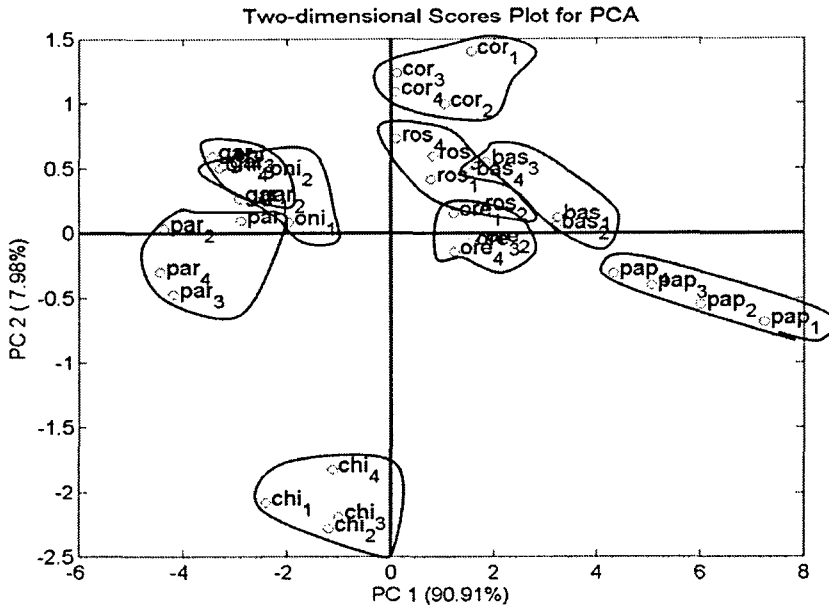


Fig. 4 Principal components plots of spice.

다. 군집 분석을 이용한 데이터 분석

그림 5는 센서에 대하여 저항비율과 저항변화량에 대한 군집 분석을 실시하여 센서의 연관성을 살펴보고자 하였다. 두 측정 변수에 대하여 공통적으로 2번 센서가 다른 센서에 비해 연관이 떨어지는 것을 보여주는데 향신료에 대한 2번 센서의 선택성에 문제가 있음을 보여주고 있는데 이는 전자코시스템 설계에 센서 최적화 유용하게 사용 될 것이다.

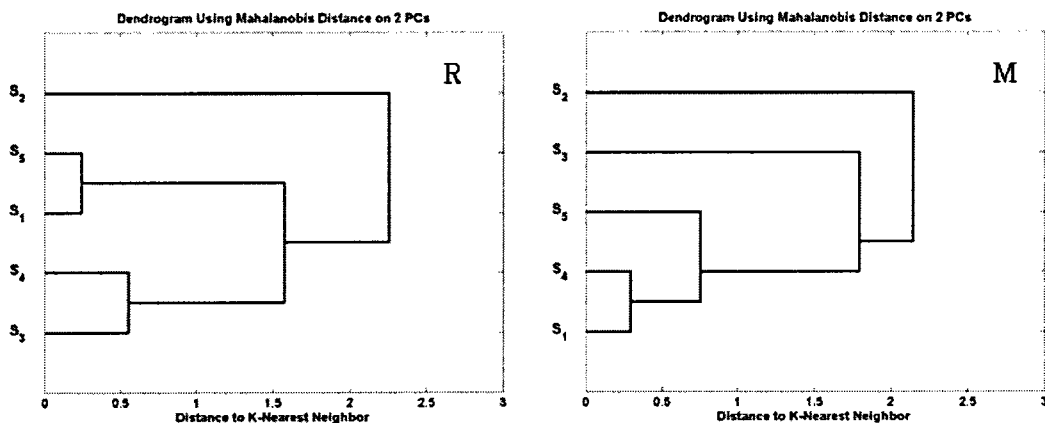


Fig. 5 Dendrogram of MOS using autoscaling and distance on 2PCs.

4. 요약 및 결론

이제까지 전자코시스템을 이용하여 향신료에 대한 저항비율과 저항변화량에 의한 패턴을 분석하고자 하였다. 그래프 분석을 통하여 각각의 시료와 센서에 의한 변화 추이를 살펴봄으로써 주성분분석을 통하여 각각의 시료의 분류 가능성과 방향성분의 연관성을 살펴보았다. 그리고 군집 분석은 전자코시스템에서 시료에 대한 센서 선택에 유용한 자료로 활용 가능하다. 결과적으로 전자코시스템을 이용하여 향신료 신호 패턴 연구하고 이를 이용하여 향신료가 첨가된 식품의 가공과 품질관리와 같은 용도를 사용 될 것으로 예상된다.

5. 참고문헌

1. Kim, H. W., K. T. Huh. and C. U. Choi. 1989. Studies on the volatile flavors components of spices in curry. Food Science Technology. 21(1):127~135.
2. Chung, M. S. and M. S. Lee. 2000. Analysis of volatile flavor components from perilla frutescens var. acuta and sensory evaluation as natural spice. Food Science. 16(3).
3. Lee, M. S. and M. S. Chung. 2000. Analysis of volatile flavor components from zanthoxylum schinifolium and sensory evaluation as natural spice. Food Science. 16(3).
4. Noh, B. S., Y. M. Yang, T. S. Lee, H. K. Hong, C. H. Kwon and Y. K. Sung. 1998. Prediction of fermentation time of Korean style soybean paste by using the portable electronic nose. Food Science Technology.30:356~362.
5. Kim, S. M. and B. S. Noh. 2002. Characteristics of shelf-life of soybean curd by electronic noses. KSAM. 27(3):241~248.