

MOS 센서어레이를 이용한 냄새 분류 및 농도추정을 위한 LM-BP 알고리즘 응용

LM-BP algorithm application for odour classification and concentration prediction using MOS sensor array

“최찬석, 변형기, 김정도”

o삼척대학교 제어계측공학과(Tel : 81-033-570-6384; Fax : 81-033-570-6389 ; E-mail: cschoi@samchok.ac.kr)
*삼척대학교 정보통신공학과(Tel : 81-033-570-6401; Fax : 81-051-000-0000 ; E-mail: byun@samchok.ac.kr)
**삼척대학교 제어계측공학과(Tel : 81-033-570-6384; Fax : 81-033-570-6389 ; E-mail: jdkim@samchok.ac.kr)

Abstract : In this paper, we have investigated the properties of multi-layer perceptron (MLP) for odour patterns classification and concentration estimation simultaneously. When the MLP may be has a fast convergence speed with small error and excellent mapping ability for classification, it can be possible to use for classification and concentration prediction of volatile chemicals simultaneously. However, the conventional MLP, which is back-propagation of error based on the steepest descent method, was difficult to use for odour classification and concentration estimation simultaneously, because it is slow to converge and may fall into the local minimum. We adapted the Levenberg-Marquardt(LM) algorithm [4,5] having advantages both the steepest descent method and Gauss-Newton method instead of the conventional steepest descent method for the simultaneous classification and concentration estimation of odours. And, We designed the artificial odour sensing system(Electronic Nose) and applied LM-BP algorithm for classification and concentration prediction of VOC gases.

Keywords : Levenberg-Marquardt, Electronic Nose, Odour Sensing System, Sensor array, Classification, Concentration

1. 서론

우리의 삶과 환경에 영향을 주는 냄새들을 해석하고 이들을 감지하는 후각기관의 역할에 대한 이해는 많은 연구자들의 오랜 소망이었다. 최근 재료 및 전자 공학과 컴퓨터의 눈부신 발전에 힘입어 인간의 감각을 모방하는 전자코의 개발이 활발하게 추진되고 있다[1]. 특히 인공 지능 연구와 맞물린 센서기술의 비약적인 발전은 냄새를 인간의 후각기관과 비슷하게 감지하고 분석할 수 있는 인공 후각인식시스템의 개발을 가능하게 하고 있다.

이러한 후각인식시스템의 기본은 여러개의 다른 종류의 화학적 가스센서들을 어레이(Array)화 하여 사용하는 것이다. 이 센서어레이에 의해 측정된 데이터는 냄새에 따라 구분이 가능한 특징을 보이게 되며, 이는 각각의 센서가 냄새의 화학적인 성분에 따라 다른 민감도를 가지는 물질에 의해 제조되기 때문이다. 센서들 사이의 상대응답에 의해 만들어진 패턴은 신호처리 기법에 의해 각 냄새를 묘사할 수 있는 일종의 독특한 지문이 될 수 있다[1].

센서어레이를 이용한 냄새 인식의 신호처리기법은 크게 클러스터링(clustering)기법과 분류(classification)기법으로 구분되는데, 클러스터링기법은 보통 PCA(Principal Component Anaysis)로 대변되는 시각적 분석 방법과 KNN 및 FCMA(Fuzzy C-Means Algorithm)방법등이 있다. 분류기법은 인공신경회로망 알고리즘이 많이 사용되는데, BP(Backpropagation)방법[2], RBF(Radial Basis Fuction) 신경망 알고리즘[3], GFCMA(Genetic FCMA)+RBF 방법[6]등이 활발하게 연구되어 왔다.

본 연구에서는 센서어레이를 이용하여 환경적으로 제약물 가지는 유해가스를 분류하는 것과 이것의 농도를 추정하는 것을 목적으로 하고 있다. 분류만을 대상으로 하는 문제에서는 RBF방법이 우수하다고 알려져 있으나 농도추정까지로 목적을 확장시킨다면 출력

층 뉴런이 단지 한 개를 가지는 RBF는 사용이 불가능하다. 분류와 농도추정을 동시에 하기 위해서는 BP방법이 필수적인데, BP방법은 큰 오차에 수렴하는 문제와 많은 학습회수가 필요하다는 문제 때문에 농도 추정이 포함될시에는 농도뿐만 아니라 분류조차도 큰 오차를 수반할수 있게 된다.. 이 문제를 해결하기 위해서는 다층 신경망을 이용하면서도 최소의 오차 수렴성을 가지는 최적화 학습 알고리즘이 필요하게 된다. 기존의 BP에서 사용하는 최급강하법(Steepest descent)과 뉴우튼 학습방법의 장점을 이용하는 Levenberg-Marquardt(LM) 최적화 알고리즘[5][7]이 신경회로망의 학습을 위해서 사용되어 7개의 환경 유해가스인 VOC(Volatile Chemical Compound)가스와 독가스(Toxic Gas)를 검출하여 분류하고 농도를 구하게 된다.

센서 어레이는 6개의 MOS형 센서로 구성되었으며 후각인식시스템(전자코)는 자체 제작하였다. 또한 전체 알고리즘도 C-언어를 이용하여 자체 제작하였다.

2. 센서 어레이와 후각인식시스템

본 연구에서는 6개의 MOS형 센서를 이용하여 어레이를 구성하였는데, 사용된 센서는 4개의 Figaro 센서와 2개의 Capteur 센서가 사용되었다. 그림 1은 사용된 후각 센싱 시스템의 구조를 보여주고 있다. 후각센싱시스템에서 사용된 마이크로프로세서는 80KC196 원칩이 사용되었으며, 데이터 취득을 위해 멀티플렉서를 이용하였다. 히터는 측정 가스가 후각센싱시스템 안으로 들어와 외부 날씨에 영향을 받지 않고 일정한 온도를 유지시키기 위해서 사용된다. 보통 가스센서는 온도와 습도에 영향을 받아 오차를 가지게 되기 때문에 일정한 온·습도를 유지시켜주는 것은 시스템의 정확도를