

수자화상처리에 의한 원자발광스펙트르에서 원소의 자동검출

신만철, 김철순

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학자, 기술자들은 우리 나라 인민경제발전에 절실히 필요한 문제를 자체로 풀기 위한 과학연구사업과 함께 발전된 나라들의 과학기술성공을 우리 나라의 구체적현실에 맞게 받아들이기 위한 과학연구사업도 잘하여야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제13권 417페이지)

일반적으로 원자스펙트르의 비교에 의한 물질의 정성분광분석[5]은 시간이 오래고 많은 시료를 리용하는 부족점이 있다. 최근 표준스펙트르와 주어진 스펙트르의 화상정합에 기초한 분자스펙트르들의 상관특성은 적외선대역[3]에서 응용되고있다. 또한 CCD촬영기[6]와 같은 화상입력수단에 의하여 얻어진 원자스펙트르에 대한 수자화상들의 인식과 식별에 화상정합법[7], 상관법[4] 등이 널리 적용되고있다.

논문에서는 상관정합, 델기연산, 려과방법 등의 여러가지 수자화상처리방법들을 리용하여 원자발광스펙트르화상들을 신속히 식별하고 스펙트르선들의 파장값과 해당하는 원소들을 자동적으로 검출하기 위한 한가지 방법을 제기하였다.

정성분석의 경우 분석자들은 자료들사이의 상관관계 혹은 자료와 시편의 특징적인 모양이나 특성사이의 상관관계[1]를 밝히려고 하였지만 자외선 및 보임빛스펙트르에서는 명백히 식별할수 있는 특징들이 잘 나타나지 않는것으로 하여 정성분석을 신속히 진행할수 없었다.

원자들의 복사스펙트르는 고유하다. 한 물질에 대하여 서로 다른 시각에 우연적으로 얻는 경우에도 얻어진 원소스펙트르들은 유사성을 가지므로 상관특성[7]이 명백히 나타난다.

분광스펙트르에서 표준화상을 $F(j, k)$, 입력한 탐색화상을 $T(j, k)$ 라고 할 때 호상상관결수[7]는 다음과 같다.

$$C(m, n) = \frac{\sum_{j, k} [F(j, k) - \bar{F}_{m, n}][T(j - m, k - n) - \bar{T}]}{\sqrt{\sum_{j, k} [F(j, k) - \bar{F}_{m, n}]^2 \sum_{j, k} [T(j - m, k - n) - \bar{T}]^2}}$$

여기서 $\bar{F}_{m, n}$ 은 탐색화상의 오른쪽 웃끝점과 표준화상의 점 (m, n) 을 일치시켰을 때 탐색화상과 겹치는 표준화상의 평균값, \bar{T} 는 탐색화상의 평균값이다.

호상상관결수값이 최대일 때 두 화상이 가장 비슷하며 최대값의 위치가 표준화상에서 탐색하는 부분의 위치이다.

분광분석에 리용되는 스펙트르화상의 경우 세로축방향으로 평균화처리를 하면 상관결수값계산량을 줄일수 있다.

스펙트르의 매 화소점의 파장값들을 구축한 자료기지를 리용하면 측정하려는 스펙트르선들의 파장값과 그것에 해당하는 원소를 쉽게 결정할수 있으므로 상관정합을 적용하면 원자스펙트르화상들에 대한 정성분석을 신속히 진행할수 있다.

스펙트르화상의 기록과 결과처리를 위한 모의실험은 선행연구[7]와 같은 방법으로 진행하였다.

CCD촬영기로 기록한 시료스펙트르화상들을 컴퓨터에 입력한 후 그림 1과 같은 알고리즘으로 처리하여 스펙트르선에 반영된 파장과 그것에 해당하는 원소의 특성량들을 결정할 수 있다.

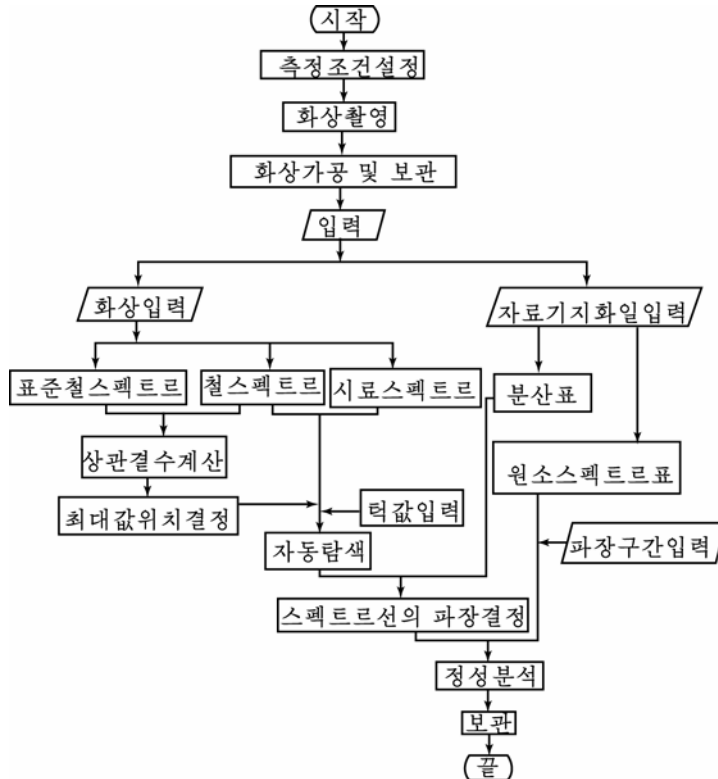


그림 1. 원소의 자동검출을 위한 알고리즘

모의프로그램[2]은 Matlab 7.0으로 작성하고 화상정합법[7]을 리용하여 시료화상을 식별, 검출하였다. 그리고 표준화상과 시료화상을 비교하여 덜기연산으로 화상처리한 후 턱값과 검출파장범위를 입력하여 시료스펙트르화상에서 스펙트르선의 파장과 그것에 대응하는 원소를 자동적으로 탐색할수 있도록 하였다.

보조전극은 전기동으로 하고 호광전류세기를 6A로 설정하여 주어진 시료의 스펙트르화상(502~537nm)을 얻었다.(그림 2)

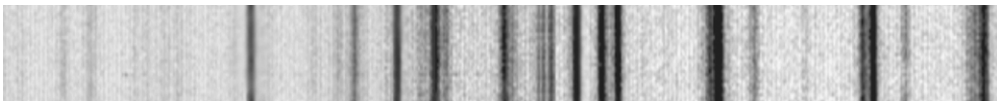


그림 2. 스펙트르화상

우리는 시료의 스펙트르화상을 려파처리하여 배경잡음준위의 세기를 령준위에 놓이도록 한 다음 호상상관결수를 리용하여 표준스펙트르화상과 시료의 스펙트르화상의 정합을 실현하였다.(그림 3, 표 1)

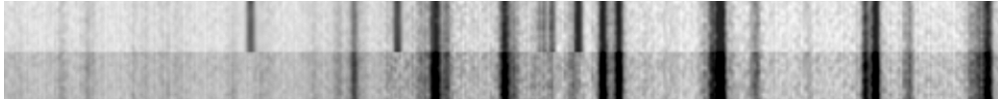


그림 3. 호상상관결수를 리용한 화상의 정합
윗부분은 시료스펙트르화상, 아래부분은 표준첼스펙트르화상

표 1. 화상점합특성량

파장구간/nm	화소구간/pixel	최대값위치	상관결수
502.224—537.779	5 328—5 967	5 967	0.518 3
553.141—599.898	6 206—6 845	6 845	0.489 3

다음으로 정합된 표준화상과 시료의 스펙트르화상을 비교하여 덜기연산처리한 후 턱값처리하였다.(그림 4)

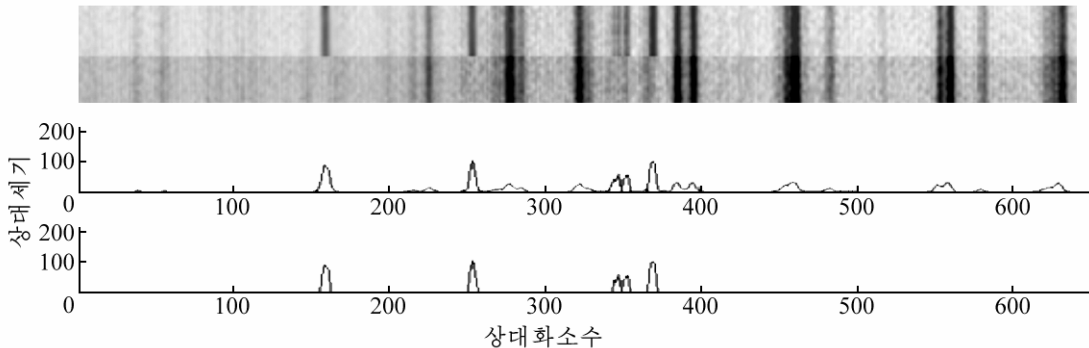


그림 4. 덜기연산 및 턱값처리에 의한 시료화상들의 자동탐색

원소의 파장값근방에서 선택한 점을 중심으로 일정한 검출너비를 설정하고 이 구간에 놓이는 스펙트르선들에 해당한 모든 원소들을 검출하는데 이때 검출너비가 작을수록 정확한 결과가 얻어진다. 모의실험에 의하면 턱값을 0.3~0.4, 검출너비를 0.1~0.2nm로 설정하였을 때 검출결과의 정확도가 높았다.

검출된 스펙트르선들의 파장들과 선택된 위치에서 파장들의 차는 약 0.1nm로서 검출너비는 0.2nm정도이다.(표 2) 그리고 선행연구[7]의 검출시간에 비하여 논문에서 제기한 방법의 자동탐색시간은 20배 정도로 줄었다.

표 2. 측정결과

No.	원소	파장/nm	선택위치/nm	감도선
1	Cu	510.554	510.468	○
2	Cu	515.324	515.416	○
3	Cr	520.452	520.554	○
4	Cr	520.604	520.554	○
5	Cr	520.844	520.912	○
6	Ag	520.907	520.912	○
7	Cu	521.820	521.371	○

맺는 말

스펙트르화상에 상관정합, 세로방향평균, 덜기연산, 턱값(0.3~0.4)러파처리를 하고 파장검출구간을 0.1~0.2nm로 설정하면 물질에서 원소들을 신속히 자동검출할수 있다. 이 방법으로 원소들을 검출하는데 걸리는 시간은 선행연구[7]에 비하여 1/20정도이다.

참 고 문 헌

- [1] В. Н. Егоров; Эмиссионный спектральный анализ, Мир, 295~320, 1982.
- [2] В. Г. Гаранин; Зав. лаб., 73, 2, 18, 2007.
- [3] J. M. Chalmers et al.; Handbook Vibrational Spectroscopy, John Wiley & Sons, 1825~1878, 2002.
- [4] Yuamei Gao et al.; Appl. Opt., 44, 9, 1533, 2005.
- [5] G. Gauglitz et al.; Handbook of Spectroscopy, Wiley-VCH, 507~576, 1722~1723, 2014.
- [6] L. Bansi; Applied Optics, 44, 18, 3568, 2006.
- [7] C. S. Kim et al.; Arxiv.1512.00741.

주체107(2018)년 3월 5일 원고접수

Automatic Detection of Elements in Atomic Emission Spectra by the Digital Image Processing

Sin Man Chol, Kim Chol Sun

We have proposed an algorithm for the pattern discernment and the rapid automatic detection of elements out of the matter by using the correlation matching method, the average along the longitudinal axis of the image, the subtract operation by compare, the filtering by the threshold and detection range of wavelength in the digital image processing of the atomic emission spectra.

Key words: digital image processing, correlation matching, atomic emission spectra