

FTIR 분광계를 위한 신호처리 알고리즘 연구

Signal Processing Algorithms for FTIR Spectroscopy

배효욱, 김대성, 오승일, 전형하, 박도현
고등기술연구원 원격탐지팀
e-mail 주소 : bhw@iae.re.kr

FT-IR 분광계는 간섭계를 기본 구성으로 입사 빔을 광 분할기를 통해 같은 세기의 두 빔으로 나누고, 이때 한 쪽 경로에 있는 이동 거울을 일정한 속도를 내도록 구동시킴으로써 입사하는 빔을 세기 변조 시킨다. 두 경로를 통해 합쳐진 변조광의 세기는 적외선 검출기에 의하여 미소 광경로차(ΔOPD)에 대한 간섭무늬의 형태로 기록 된다. 기록된 간섭무늬는 표적 물질 또는 관측 지역에 존재하는 화학성분과의 상호작용을 통해 기록된 정보로써 푸리에 변환을 통해 라이브러리에 저장된 기준 스펙트럼과 비교하여 성분 분석을 수행한다. 이러한 원리를 이용하여 FTIR 분광계는 주로 대기 오염물에 대한 환경 감시, 대기 중에 방출된 무색·무취의 화학성분 감시 및 조기 경보 등에 사용되어 지고 있다.

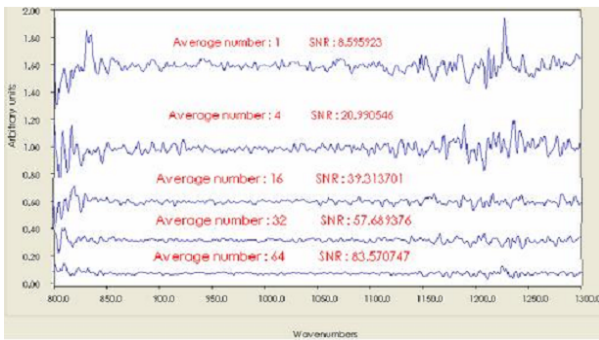
FTIR 분광계에서 신호처리 과정은 이상적으로 간섭계를 통해 획득된 간섭무늬를 푸리에 변환을 통해 간단히 수행 되지만, 실제로 시스템 하드웨어적 요인 및 실시간 신호처리, 신호대 잡음비 개선을 위해 여러 알고리즘이 요구 되어 진다. 이러한 알고리즘은 적용 뿐 아니라 시스템의 성능 및 운영조건 등 여러 요인을 고려하여 최적화가 이루어 져야 한다.

가장 기본적으로 FFT 수행 전에 유한개의 간섭무늬 데이터를 획득하면서 신호 스펙트럼의 주변봉우리 발생은 신호대 잡음비를 저하시켜 신호 검출에 영향을 주게 된다. 이러한 부분은 시스템의 분해능과 요구되는 신호대 잡음비를 고려하여 apodization 함수의 선택과 최적화가 요구되어 지고, 이동거울의 진동 및 기계적 오차에 의해 발생하는 위상오차의 경우 푸리에 변환을 수행 전에 보상 알고리즘을 적용하여 위상오차의 영향을 최소화 한다. 랜덤 성분의 노이즈 제거 및 스펙트럼 smoothing의 경우 averaging 이나 zero filling의 알고리즘이 요구 된다. 이와 같은 경우 신호처리 속도와 연관이 되기 때문에 실험을 통한 최적조건 모색이 필요하다.

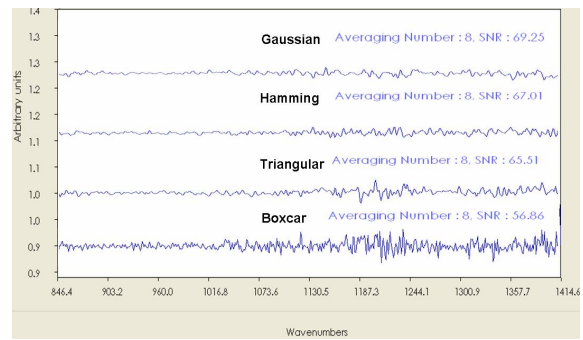
본 논문에서는 수동형 FT-IR 분광계에서의 신호처리 알고리즘의 최적화 및 이를 적용하여 시스템 성능을 확인 하였다.

표 3. 시스템 분해능 및 신호대 잡음비 성능

Apodization function	Resolution	S/N
Boxcar	2.0cm ⁻¹ (data=6000)	56.86dB (av=8)
Triangular	2.4cm ⁻¹ (data=6000)	65.51dB (av=8)
Hamming	3.2cm ⁻¹ (data=4000)	10.23dB (av=1)
		41.47dB (av=4)
		67.01dB (av=8)
		97.61dB (av=16)
	198.01dB (av=64)	
	2.8cm ⁻¹ (data=5000)	
	2.6cm ⁻¹ (data=6000)	
Gaussian	2.7cm ⁻¹ (data=6000)	69.25dB (av=8)



(a)



(b)

그림 1. 신호대 잡음비
(a) averaging; (b) apodization

1. P. R. Griffiths, J.A. de Haseth, "Fourier Transform Infrared Spectrometry", John Wiley & Sons, New York(1986)
2. T. Hirschfeld, "Fourier Transform Infrared Spectroscopy: Application to chemical systems," vol.2, New York(1979).