시간 샘플링 FTIR 분광계의 데이터 처리

Data processing for a time-sampled FTIR Spectrometer

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

수동형 FTIR(Fourier Transform Infrared) 분광계는 주변 환경의 적외선 복사를 이용해 대기 중의 오염원을 감지하고 식별한다. 분광계는 대기로부터 입사된 적외선 신호를 세기 변조시켜 검출하는 간섭계와 감지된 아날로그 형태의 간섭무늬를 증폭하고 필터링을 거쳐 디지털 신호로 변환해주는 신호처리부, 그리고 가공 가능한 형태의 디지털 데이터를 스펙트럼으로 변환하고 분석하는 운용 소프트웨어로 나눌 수 있다. 간섭계는 분광센서의 핵심적인 기능을 수행하는 조립체로서, 간섭계의 한 쪽 거울을 일정한 광학 경로차를 내도록 구동시킴으로써 입사하는 시준광(collimated beam)의 세기를 변조시킨다. 이 때 나타나는 변조 광의 세기(간섭무늬, interferogram)는 적외선 검출기에 의해 감지된다. 검출기에 감지된 적외선 신호를 일정한 광 경로 차(Optical Path Difference)로 샘플링하기 위해서는 적외선과 같은 경로로 이동하는 참조 광원(레이저 신호)이 사용된다. 참조 광원으로 사용되는 레이저는 신호처리부에서 증폭기와 비교기를 거쳐 적외선 샘플링 신호로 사용되는데, 참조 광원을 사용하지 않고 소프트웨어적으로 처리 가능하다면 간섭계의 구조를 개선하여 비용적인 측면에서 이점이 있을 것이다. 본 연구에서는 참조 레이저를 사용하지 않고, 일정 시간 간격으로 샘플링 된 간섭무늬를 보정하여 스펙트럼으로 변환하는 방법에 대해 연구하였다.

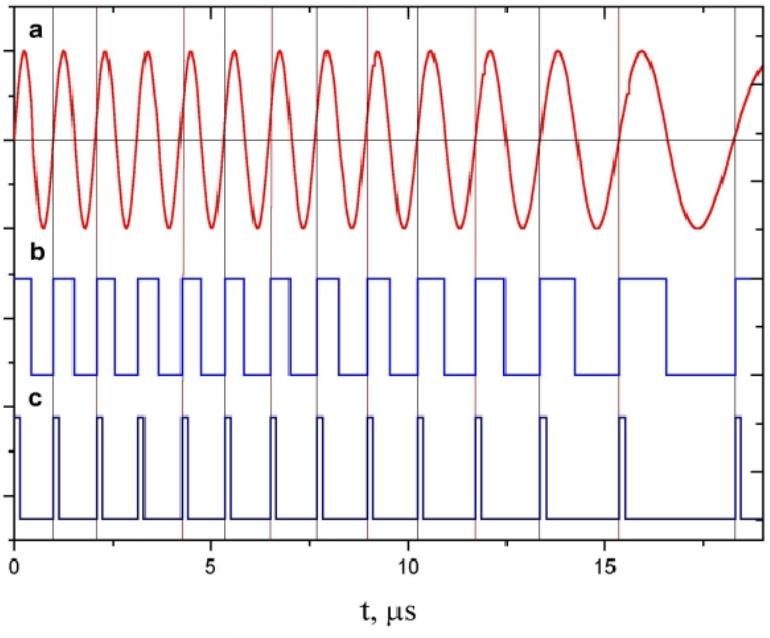

그림 1. 적외선 참조 신호

적외선 신호를 샘플링하기 위해 사용되는 레이저(He-Ne) 신호는 632.8 nm의 일정한 길이의 파장을 갖으며, 공간 영역에서는 일정한 거리로 샘플링 되지만 시간 영역에서는 가변하게 된다. 일정한 시간 간격으로 샘플링 된 OPD(Optical Path Different) 데이터(z(t))는 spline 함수를 이용하여 OPD 간격(X_i)에 상응하는 시간, t_i"를 결정한다. 이와 마찬가지로 일정 시간으로 샘플링 된 간섭무늬, (I(t)) 역시 cubic spline interpolation에 의해 I(t")로 재구성이 가능하며, OPD에 상응하는 시간으로 재구성된 I(t")는 시간과 OPD에 대한 관계식(x(t"))에 의해 OPD에 의한 간섭무늬(I(x))로 변환이 가능하다.

이와 같은 방법으로 일정 시간 간격으로 샘플링 된 간섭무늬를 spline interpolation 방법을 이용하여 OPD에 상응하는 시간에서의 간섭무늬로 재구성하는 방법을 실험을 통하여 검증하였다.

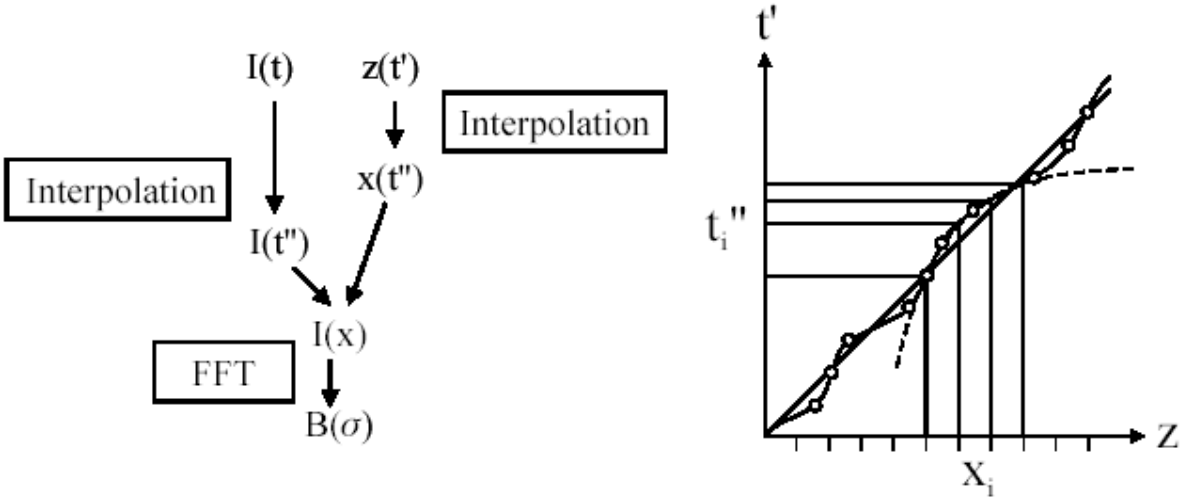

그림 2. Interpolation fitting .

1. Roland Harig, and Gerhard Matz. "Toxic Cloud Imaging by Infrared Spectrometry : A Scanning FTIR System for Identification and Visualization", FIELD ANALYTICAL CHEMISTRY AND TECHNOLOGY 5(1-2):75-90, 2001.

2. Naylor, D.A., Fulton, T.R., Davis, P.W., Chapman, I.M., Gom, B.G., Spencer, L.D., Lindner, J.V., Nelson-Fitzpatrick, N.E., Tahic, M.K., Davis, G.R.. "Data processing pipeline for a time-sampled imaging Fourier transform spectrometer". Proc. SPIE, Imaging Spectrometry, 5546. 2004.