

## 주파수 영역 광확산 영상 방법의 Labview 프로그램을 이용한 시뮬레이션 연구

### Study on the simulation using Labview program of Frequency-domain DOT

엄기윤\*, 호동수\*, 이승덕\*, 김법민\*

\* 연세대학교 보건과학대학 의공학과

\* seigyun@yonsei.ac.kr

생체 내부에 대한 정보를 얻기 위한 다양한 진단 장비들 중에 광을 이용한 기능적인 부분을 획득하고자 하는데 Diffuse Optical Tomography(DOT) 시스템이 있다. DOT는 우선 데이터 획득이 매우 빨라 생리학적인 과정에 대한 공간적 시간적 변화를 수초 내에 영상으로 획득하는 것이 가능하다. 그 중 Frequency Domain system의 경우는 다른 시스템에 비해 설비가격이 비교적 저렴하며 이동이 간편하고 비전리 방사선을 이용하므로 인체에 해가 없는 것으로 알려져 있다. 그리고 가장 중요한 점은 기존의 영상 방법인 구조적인 영상을 보완할 수 있는 oxyhemoglobin, deoxyhemoglobin, blood volume, tissue-scattering등의 여러 가지 대조방법을 제시하고 있다. FD-DOT는 모듈레이션 된 레이저 빛을 생체 내에 조사한 후 조직 내의 물질이나 구조의 차이에 따라 특이성을 가지는 전방 혹은 후방 산란되어 나온 빛의 진폭의 변화와 위상 변화를 비교하여 역으로 조직 내의 구성을 연산을 통해 영상으로 재구성하는 방법이다.

본 연구에서는 Labview 프로그램의 함수를 이용해 조사된 광원과 산란되어 나온 광 사이의 광세기 차이와 위상의 차이를 만들어 주고 그 둘의 데이터를 기록하고 비교하여 실제 FD-DOT를 이용해 진단하는 경우와 유사한 시뮬레이션을 만들어 차후에 적용 될 본 연구실의 실제 FD-DOT 시스템에서 얻어질 결과를 미리 예측해 봄으로써 좀 더 나은 시스템을 구축하고자 하였다.

#### 본 론

그림 1은 DOT 시스템의 대략적인 구성도이며 레이저 소스 부분에서는 RF의 사인 신호 형태로 광을 intensity modulation을 시키며 Light Delivery system은 변조된 광원을 Probe로 이동하여 검출하기 위한 조직으로 조사하는 역할을 한다.

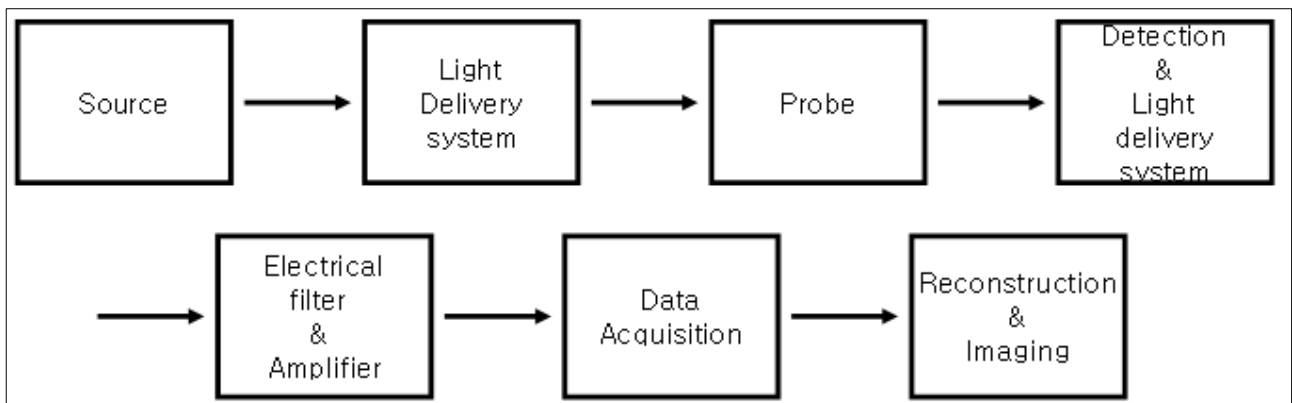


그림 1 . DOT system의 대략적인 구성

광 프로브를 통해 생체조직으로 조사된 광은 흡수나 산란을 일으키며 확산된다. 검출된 광은 Optical fiber로 진행하게 되는데 검출할 때 헤테로다인 주파수 생성을 위해 수 kHz만큼의 차이를 가지는 RF신호 (지역 주파수)와 중첩을 시킨 후 전기적인 필터를 통해 원하는 신호만을 뽑아내게 된다. 이를 Heterodyne Detection 방법이라 하며 이 방법을 통해 수백 MHz의 신호를 수 kHz 대역으로 낮추어 파형의 검출 및 분석을 하게 된다. 그 후에 data acquisition과 영상 재구성을 통해 영상화하는 단계로 이루어져 있다.

Labview 프로그램을 통한 시뮬레이션은 레이저소스에 해당하는 사인 파 생성부분, 위상의 변화와 신호의 감쇠가 일어나는 광 프로브와 가상 생체조직의 부분, 위상 변위 및 감쇠가 일어난 파장에 헤테로다인 주파수 생성을 위해 수 kHz의 차이를 가지는 RF 신호를 곱하는 부분, 헤테로다인 주파수 검출을 위한 filter & amplifier 부분, 그리고 마지막으로 앞의 과정을 통해 얻게 되는 파장의 진폭과 위상에 대한 데이터를 저장하는 부분으로 구성되어 있다.

그림 2는 소스의 진폭과 오프셋만 변화를 주어서 지역 주파수와 중첩시킨 파형을 비교한 결과이며 위상의 천이는 주어지지 않았다. 그림 2의 (a)는 소스와 지역 주파수이며 (b)는 소스와 지역 주파수의 중첩에 대한 결과이다. 소스는 진폭이 40, 오프셋이 30이고 지역 주파수는 진폭이 20에 오프셋은 0이다. 이때 중첩된 파형의 진폭은 1000, 오프셋은 0이다. (c)의 경우는 75%의 손실이 있을 경우이며 이때의 진폭은 10, 오프셋은 7.5이다. 그리고 이때에 중첩된 파형의 진폭은 25, 오프셋은 0이었다. 이렇게 손실을 주어서 얻은 데이터들로부터 filter를 사용해 원하는 헤테로다인 주파수만을 걸러낸 후 그 신호들에 대해 진폭과 오프셋, 그리고 위상의 변화를 확인하여 기록한 후 영상 재구성을 위한 변수들로 사용하게 된다.

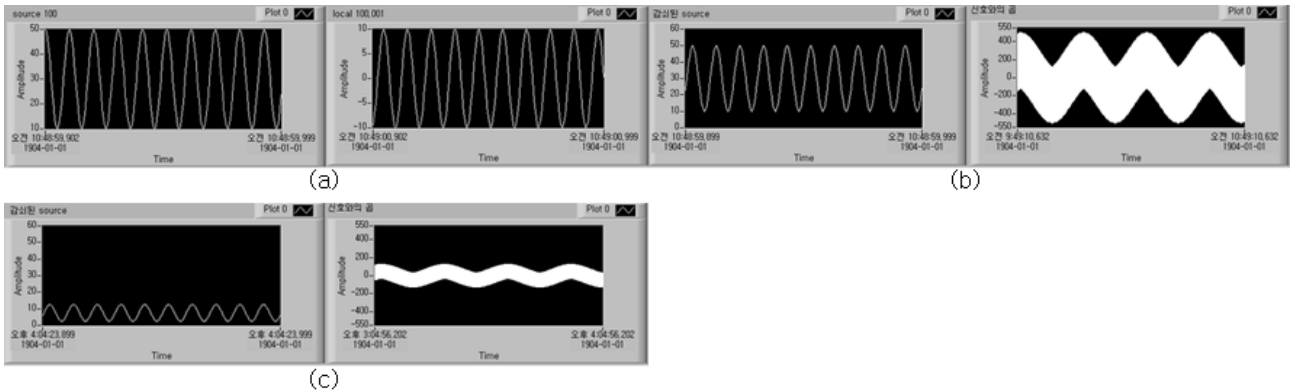


그림 2 . Labview를 이용해 source modulation후 loss 시켰을 때 local 신호와 mixing된 그림  
 (a) source(100Hz)와 local frequency(100.001Hz)  
 (b)와 (c) 감쇠된 정도가 다른 source에 대하여 local frequency와 중첩시킴

본 연구실에서 직접 구성한 DOT 시뮬레이션 프로그램을 통하여 실제 연구 진행 중인 FD-DOT 시스템 동작의 이해와 데이터에 대한 예상 및 확인이 가능할 것이며 시뮬레이션 프로그램으로 얻은 결과로부터 실제 DOT 시스템의 보정 또한 가능하리라 본다.

참고 문헌

1. A P Gibson<sup>1</sup>, J C Hebden<sup>1</sup> and S R Arridge<sup>2</sup> "Recent advances in diffuse optical imaging", February 2005
2. Regine Choe, "DIFFUSE OPTICAL TOMOGRAPHY AND SPECTROSCOPY OF BREAST CANCER AND FETAL BRAIN", 2005
3. Chnagqing Li, Huabei Jiang " A calibration method in diffuse optical tomography", 6, 2004
4. Maureen A. O'Leary and Arjun G. Yodh, " Imaging with diffuse photon density waves"