

Development of Non-Contact Laser Ultrasound Endoscopy

김영규, 윤태일, Muhammad Awais, 이병하*

광주과학기술원 전기전자컴퓨터공학부

*leebh@gist.ac.kr (younggue92@gm.gist.ac.kr)

Abstract— 두개의 레이저를 사용해 시료 표면에서 초음파를 발생시키고 초음파로 인해 발생하는 표면의 변위를 측정하는 비접촉 레이저초음파 기술을 바탕으로 제작된 소형 프로브를 사용해 다양한 생체 시료의 내부에 존재하는 대상체에 대한 이미지를 획득하여 레이저 초음파 내시경 기술의 가능성을 확인하였다.

I. 서론 및 배경

내시경 초음파는 체외 초음파에 비해 심부 장기에 대한 영상획득이 가능한 의료기기이다. 따라서 통상의 내시경이나 CT, MRI로는 판별이 어려웠던 장기의 점막하병변 감지에 적합하여 임상자들은 상피하종양 및 조기암 진단 등에 내시경 초음파 사용을 선호하고 있다. 그러나 내시경 운용 기술을 교육받고 초음파 영상 판독이 가능한 숙련된 전문의에 한하여 기기 사용이 가능하며 초음파 영상의 획득을 위해 접촉이 필수적이라 초음파의 임피던스 매칭을 위해 장기 내부를 탈기수로 채워야 하는 단점들이 있다.

최근 고출력 펄스 레이저를 사용해 시료 표면에서 초음파를 발생시키고 내부로 진행되어 보고자하는 대상체에서 반사되어 되돌아온 초음파를 시료 표면에서 레이저 기반 변위 측정기로 측정하는 레이저초음파 기술⁽¹⁾이 개발되었다. 본 논문에서는 이를 내시경에 접목해 앞서 언급한 초음파내시경의 단점들을 해결하고자 하였다.

II. 연구 내용 및 결과

초음파를 발생시키는 여기레이저는 Multi Mode Fiber(MMF)로 대상체에서 반사된 초음파를 읽어 드리는 광간섭계용 감지레이저는 Single Mode Fiber(SMF)로 각각 가이드 한 후 45도 거울로 빔의 방향을 전환시키는 것으로 스캔 프로브를 구성하였다. 이때 스캔 프로브의 외경과 내경의 크기는 각각 7 mm와 6 mm로 구성하였다.

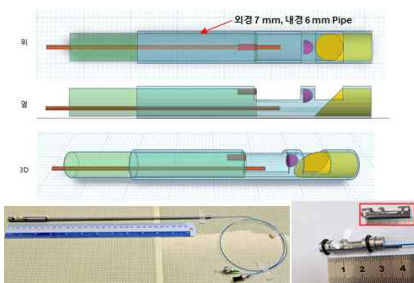


그림 1. 내시경 프로브의 구조도 및 실제 모습

구현한 내시경 프로브를 사용하여 닭가슴살, 삼겹살 그리고 소대장을 시료로 하고 주사바늘을 대상체로 시료 내부에 배치하여 생체 시료에 대한 레이저초음파 이미지를 획득하였다.

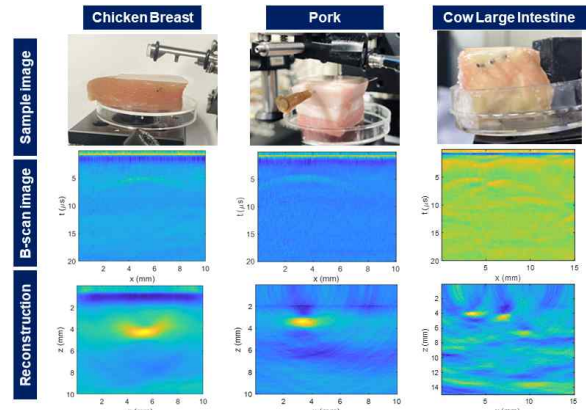


그림 2. 사용한 생체 시료의 사진 (상), 측정된 B-scan 이미지 (중), Reconstructed 이미지 (하)

레이저초음파의 특성상 한점에서 발생한 초음파는 발산하며 전파하는 특성을 가지고 있기 때문에 모든 대상체는 B-scan 이미지에서 부채꼴 형태의 신호를 발생시킨다 (그림 2(중)). 이를 보상에 주기 위하여 Time-synthetic aperture focusing technique (T-SAFT)⁽²⁾ 기법을 사용하였고, 그 결과 그림 2(하)와 같이 실제 대상체와 유사한 이미지를 Reconstruction 할 수 있었다.

닭가슴살의 경우 4 mm 깊이에서 대상체가 존재하는 것을 확인하였고, 삼겹살은 3 mm, 소의 대장은 총 3개의 대상체가 4, 4.2, 6 mm 부근에 위치하는 것을 확인할 수 있었다.

사사

본 연구는 정부(과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 보건복지부, 식품의약품안전처)의 재원으로 범부처전주기의료기기연구개발사업단(과제고유번호: 1711138073, KMDF_PR_20200901_0065)과 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT)의 지원(N0.20021979)으로 수행된 연구임.

참고문헌

- [1] Xiang Zhang et al., Light:science&Applications, 8, 119, (2019).
- [2] Taeil Yoon et al., Sensors, Vol. 23, No. 5, 2635 (2023)