

---

# 연속파 레이저 스캐닝 열화상 기법을 이용한 비파괴 검사

---



대표발명자 : 안운규 교수

## 연속파 레이저 스캐닝 열화상 기법을 이용한 비파괴 검사

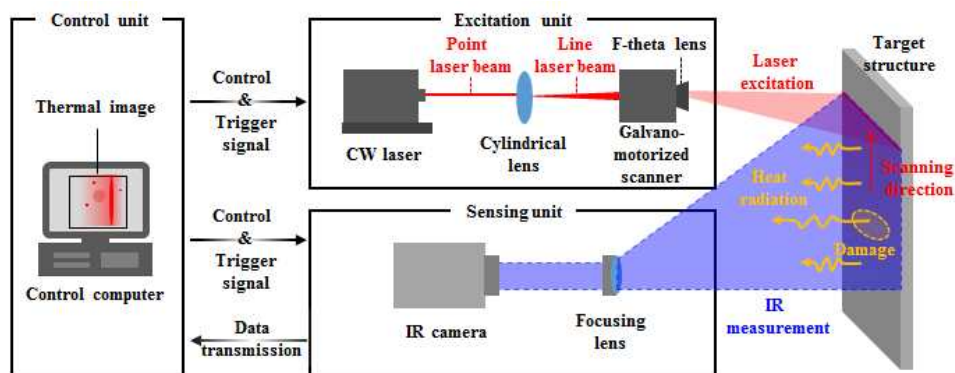
### □ 기술개요

- 연속파 라인 레이저 스캐닝을 통해 획득된 구조물에 대한 열화상을 처리함으로써 구조물의 표면 및 내부 결함을 감지하는 열화상 장치 및 방법을 제공
- 형상 변조된 선형의 연속 레이저를 열원으로 하고, 이를 동기화된 열화상 카메라로 계측함으로써, 검사 대상물에 접촉하지 않고 추가적인 손상 없이 실시간으로 건전성 평가가 가능
- 또한, 연속파 레이저 스캐닝 열화상 기법을 회전형 구조물에 적용하기 위한 개량 기술이 마련됨
- 기존 기술과는 달리, 연속파 라인 레이저 스캐닝을 통해 열화상 데이터를 획득하고 이를 이용하여 구조물의 손상 여부를 판단한다는 점에서 기술적 차이점이 존재함

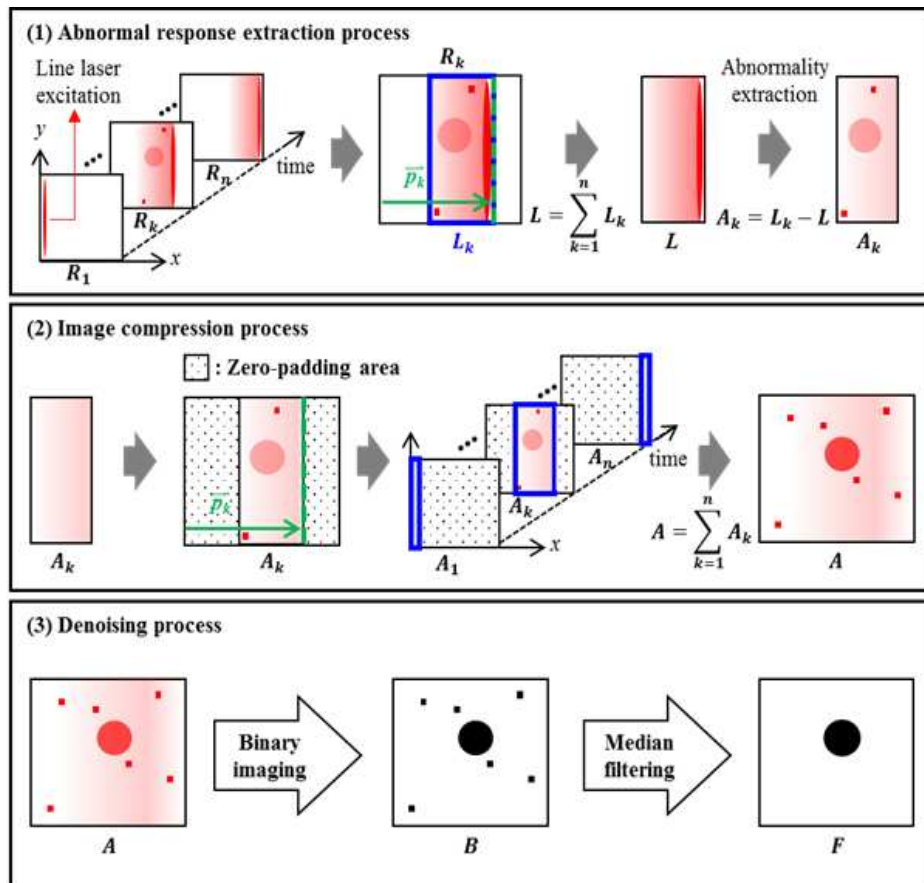
### □ 기술적인 차별성

#### ※ 연속파 레이저 스캐닝 열화상 처리 기술(10-2016-0057143)

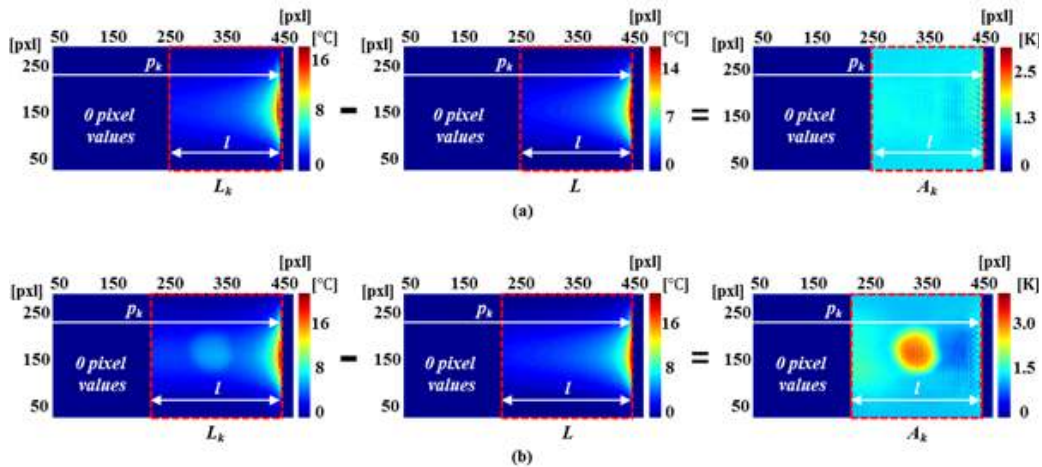
- 열화상 장치는 연속파 선형 라인 레이저 스캐닝을 통해 타겟 구조물의 열화상을 획득하고, 획득된 열화상에 대해 기설정된 이미지 처리를 수행하여 손상 여부를 검사하고 손상영역에 대한 이미지를 출력



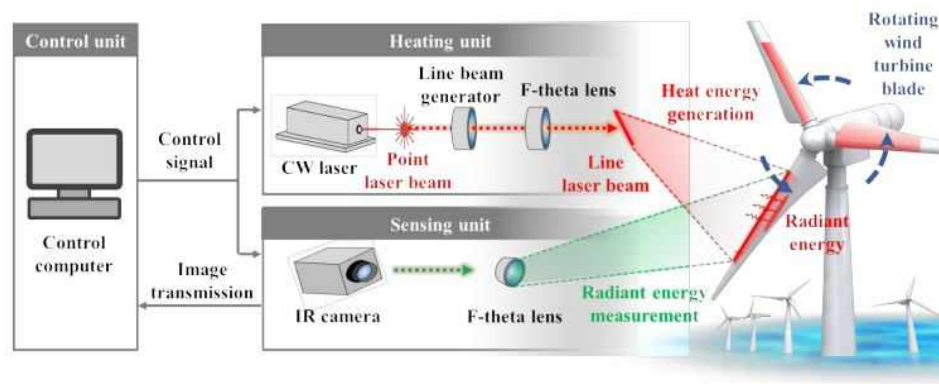
- 타겟 구조물에 연속파 선형 레이저(Continuous Wave line laser)를 스캐닝 라인을 따라 가짐으로써 발생된 열파를 통해 열화상 이미지를 생성하며, 생성된 열화상 이미지로부터 선형 레이저 별 열파 이미지를 획득하고, 선형 레이저 별 열파 이미지와 스캐닝 라인 전체의 열파 이미지 평균 간의 차이 값에 기초하여 비정상 응답에 따른 비정상 열파 이미지를 획득



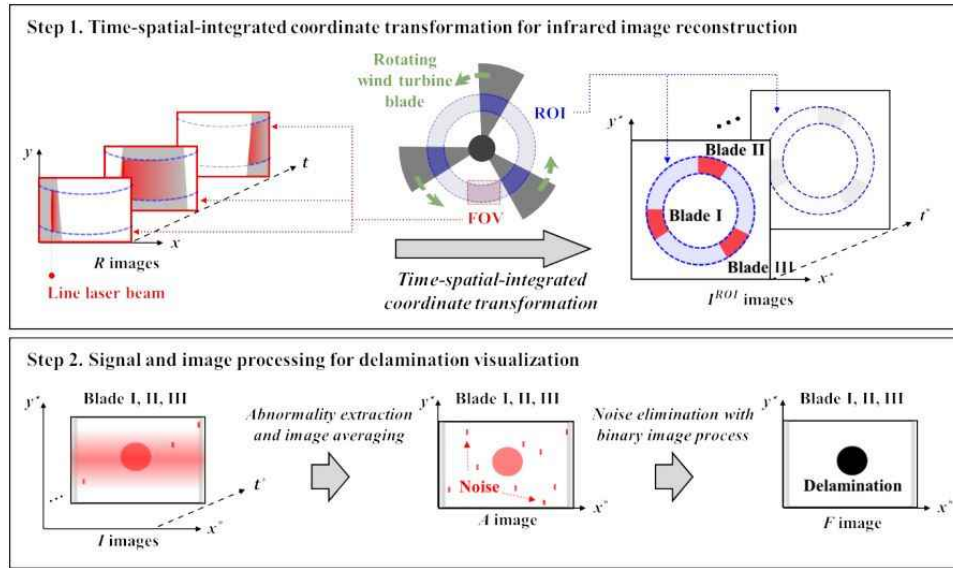
- 비정상 열파 이미지들에 대해서 제로 패딩(zero-padding) 처리를 수행한 후 누적하여 하나의 비정상 영역 이미지로 압축하고, 비정상 영역 이미지에 기초하여 손상 유무 정보 알림 및 손상 영역 이미지를 출력함
- 획득된 열화상 이미지들로부터 비정상 응답을 추출하는 과정을 처리하고, 이후 타겟 구조물의 손상 영역에 대한 비정상 열파 이미지를 생성한 후, 이미지 압축 처리를 수행함
- 아래 그림과 같이 손상 영역을 시각화한 이미지를 출력할 수 있음



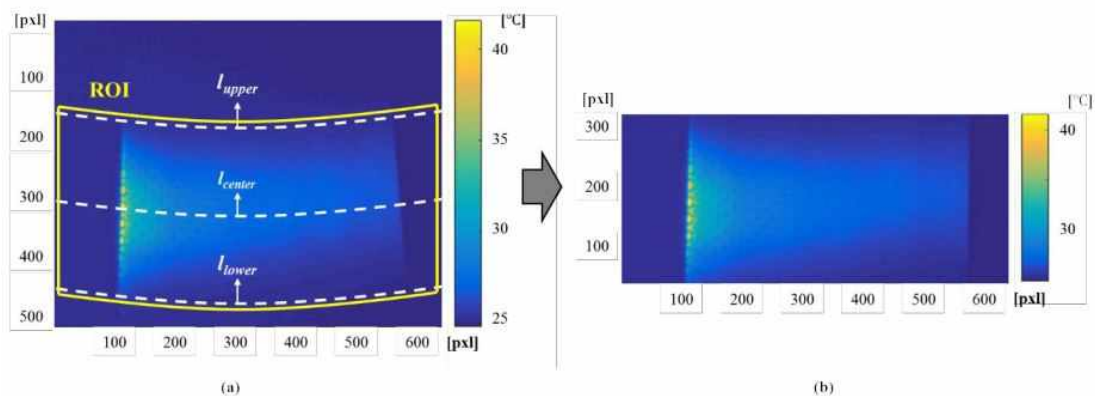
※ 회전형 구조물에 대한 연속파 레이저 스캐닝 열화상 처리 기술  
 (10-2017-0088582)



- 타겟 구조물이 풍력 발전 터빈과 같이 회전형으로 구동중인 경우, 손상 여부를 탐지하기 위하여 구동을 멈추는 불편함을 해소하고 동적인 상태일 경우에도 적용 가능한 기술을 제공함
- 회전하는 타겟 구조물에 연속파 라인 레이저를 조사하고, 방사된 열파를 임의의 기간 동안 연속 측정하여 열화상 이미지들을 생성함
- 열화상 이미지를 시공간 통합좌표 변환 처리하여 열파 양상을 나타내는 통합이미지로 재구성하고, 이에 기초하여 실제 영역 통합 이미지를 추출하여, 추출한 실제 영역 통합 이미지에 표면온도 평균을 소거하여 손상 영역만의 열파 양상을 나타내는 손상 이미지를 획득함



- 열화상 이미지들에 대해 가우시안 분포에 기초하여 목표영역 이미지를 획득한 후, 시공간 통합좌표 변환처리하여 극좌표에서의 목표 영역 통합 이미지로 변환함. 이를, 회전각, 수직 공간 영역 및 변형된 시간 영역에 대한 직교좌표로 이동시켜 1차 상미분 처리하여 불연속 특성을 갖는 경계점을 검출하고, 목표 영역 통합 이미지 상에 적용하여 실제 영역 통합 이미지를 획득함
- 실제 영역 통합 이미지에 대해 표면 온도 평균 데이터를 산출하고, 이를 소거하여 손상 영역의 표면 온도 데이터를 획득하고, 이에 기초하여 손상 영역 이미지를 획득하여 손상 영역 이미지에 대해 베이불 분포에 기초한 이진화 처리를 수행시켜 중앙값 필터를 적용함으로 노이즈를 제거, 최종 손상 이미지를 획득함



## □ 기술적 효과

- 구조물의 내부 및 외부 손상 검사를 검사 장비와 타겟 구조물 간의 접촉이 나 또는 매개 물질없이 완전 비접촉식으로 처리
- 레이저를 열원으로 사용함으로써 작은 광 확산율에 따라 원거리 손상 검사가 가능할 뿐만 아니라, 레이저 형상을 선형(line)으로 변환하여 스캐닝함으로써 구조물 결함 검사 속도를 고속화함으로써, 대형 구조물의 결함 검사 뿐만 아니라 평면 및 곡면 검사가 가능하여, 다양한 형상의 구조물에 정밀/정확한 열파 형성이 가능함
- 열화상 장치의 각 요소들의 동기화/자동화를 통해 실시간 결함 검사가 가능함
- 별도의 이미지 처리 기법을 통해 선형 레이저 스캐닝에 대해 최적화된 열화상 처리가 가능하며, 외부 환경으로부터 발생할 수 있는 노이즈 성분 및 영상 잡음에 의한 손상 오보 감소의 효과가 있음
- 회전 구조물에 대해서도 비파괴/비접촉식으로 검사할 수 있고, 회전 구조물의 넓은 검사 범위를 단시간 내 스캐닝할 수 있으며, 회전 구조물의 손상에 대해 낮은 오보율로 자동적이고 직관적인 시각화가 가능함

## □ 경제적 효과

- 열화상 카메라 및 레이저 광 분석에 대한 기술 향상이 꾸준히 진행 되고 있고, 이에 의한 본 기술의 결함 검사 정확도/정밀도 또한 꾸준히 개선 될 것으로 사료될 뿐만 아니라 적용 범위 또한 확장이 가능한 상태여서, 여러 응용 분야에 걸쳐 시장 형성이 기대되는 기술임

## □ 적용분야

- 레이저스캐닝 기반 비파괴 검사 장치

## □ 특허현황

구분	발명의 명칭	출원번호 (출원일)	등록번호 (등록일)	출원 국가
1	비파괴 검사를 위한 연속파 선형 레이저 스캐닝 열화상 장치 및 방법	10-2016-0057143 (2016.05.10)	10-1809504 (2017.12.11.)	한국
2	회전 구조물 모니터링을 위한 연속파 라인 레이저 열화상 장치 및 방법	10-2017-0088582 (2017.07.12.)	10-1912434 (2018.10.22.)	한국