인공지능에 의한 터빈 블레이드 초음파검사 신호 평가

2022. 07. 15

㈜파워인스 대표 박상기

목 차

Ⅰ. 개요

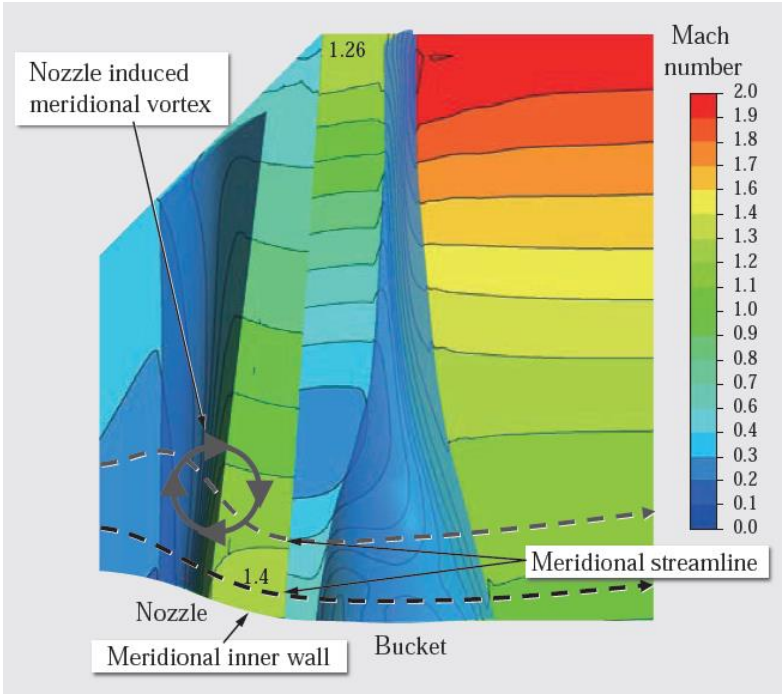
Ⅱ. 터빈 블레이드 응력분포 전산 해석

Ⅲ. 터빈 블레이드 루트 초음파검사

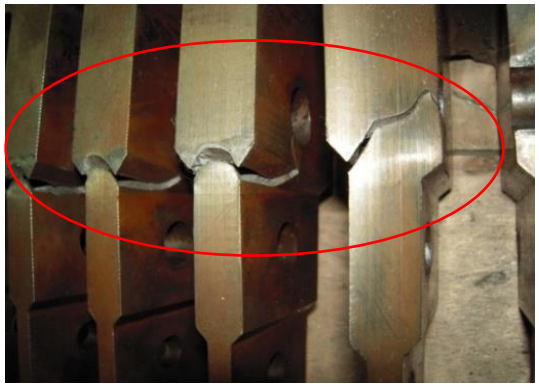
Ⅳ. 인공지능 초음파 신호 평가

Ⅴ. 인공지능 신호 평가 적용 효과

1,000MW 저압 터빈 로터



Last Stage Blade 속도



루트부 손상

블레이드 탈락

저압터빈 로터 손상

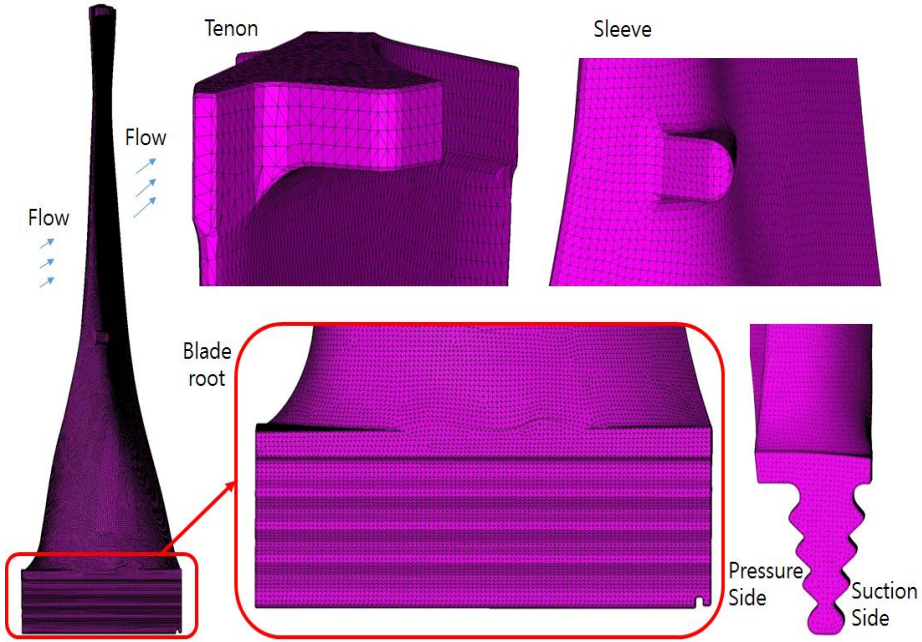
고, 중압터빈 로터 손상

발전기 회전자 손상

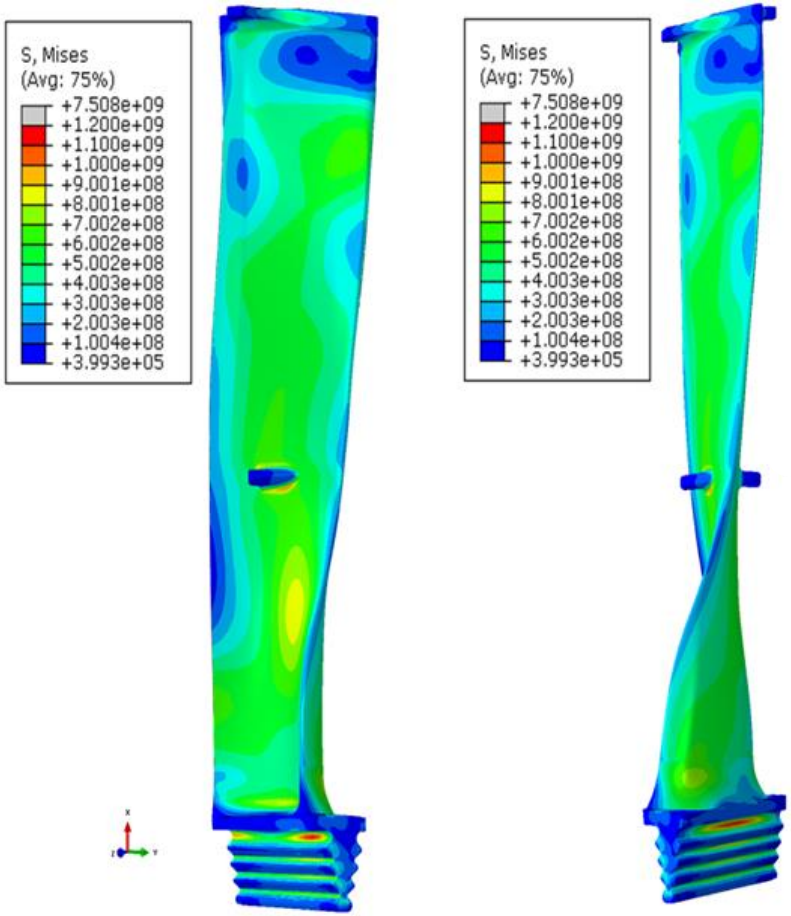
블레이드 파편 비산

II. 터빈 블레이드 응력분포 전산 해석

- 유한요소 해석프로그램 Abaqus/standard 사용
- 원심력 부여에 의한 비선형 탄성해석
- 3차원 스캔 도면 및 형상정보 입력
- 재료 : Ti-6Al-4V
- 질량 : 45kg
- 블레이드 수 : 48개

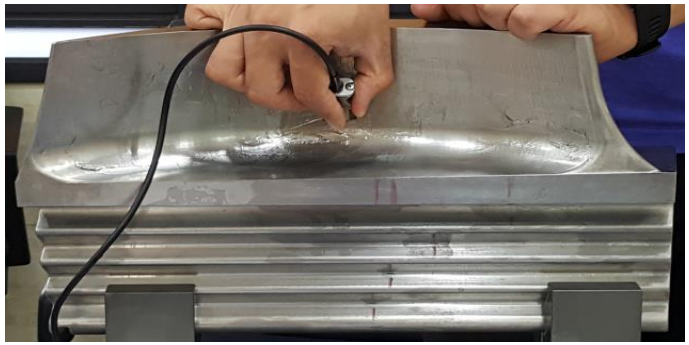


L-0단 블레이드 3D 스캔 및 격자망 형성

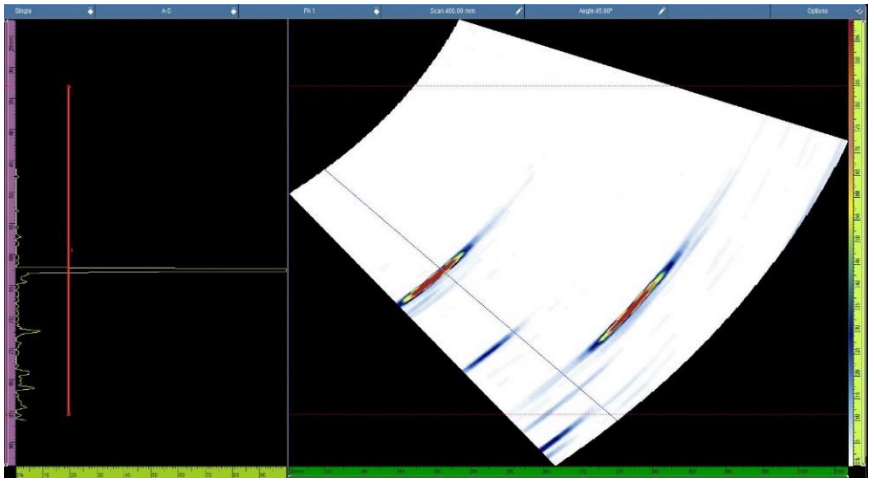


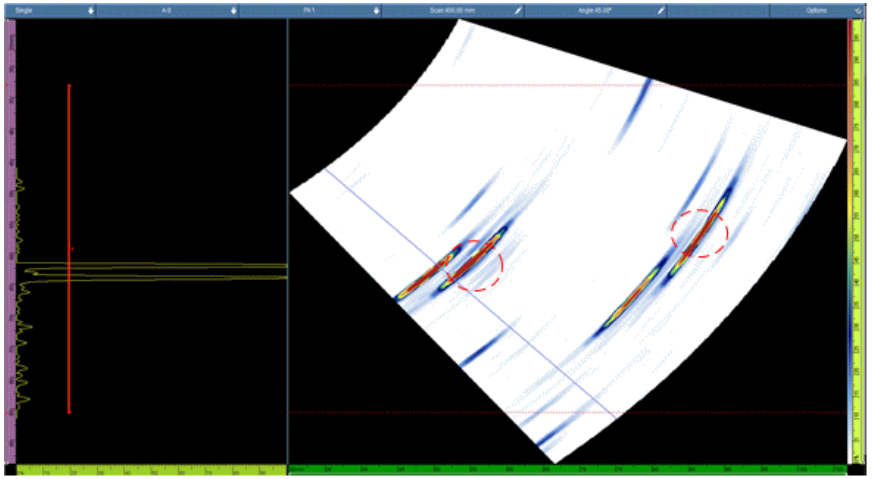
L-0단 블레이드 전산 해석 결과

III. 터빈 블레이드 루트 초음파검사



터빈 루트 초음파 신호취득



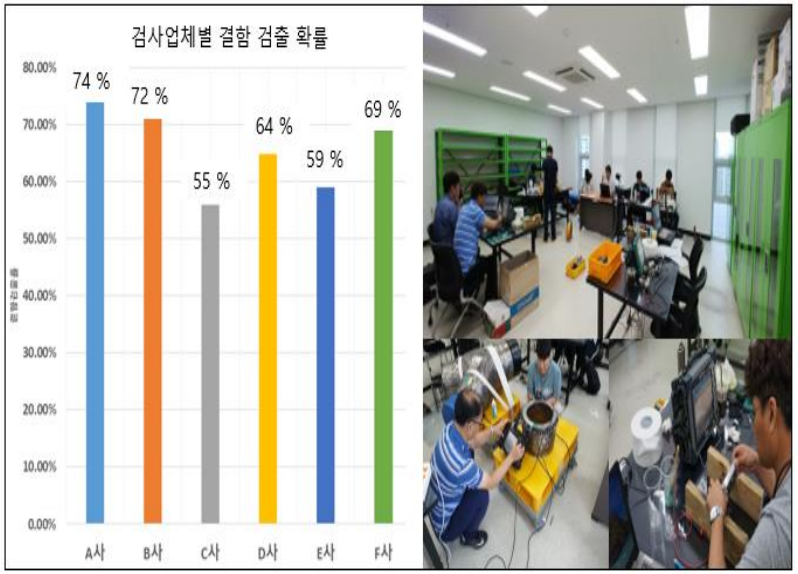


L-0단 Hook부 신호(상:건전부, 하: 균열신호)

Ⅲ. 루트부 초음파검사

3.2 검사자 기량 차이 이슈

▪ 발전설비 분야 검사자 기량검증(2019. 7, 서울과학기술대학교)



✓ Phased array 초음파 기량검증 결과 최고 74 %, 최저 55 %

✓ 공인 검사업체별 검사자 기량이 최대 20 % 차이

터빈 블레이드
정밀검사 요구

검사자 개개인 주관적
신호 판독

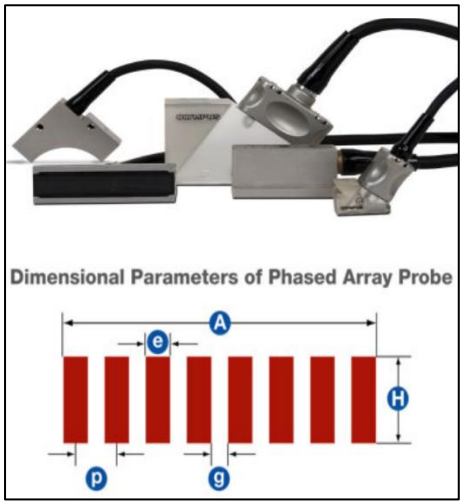
?

판독 차이
불신과 갈등
소지

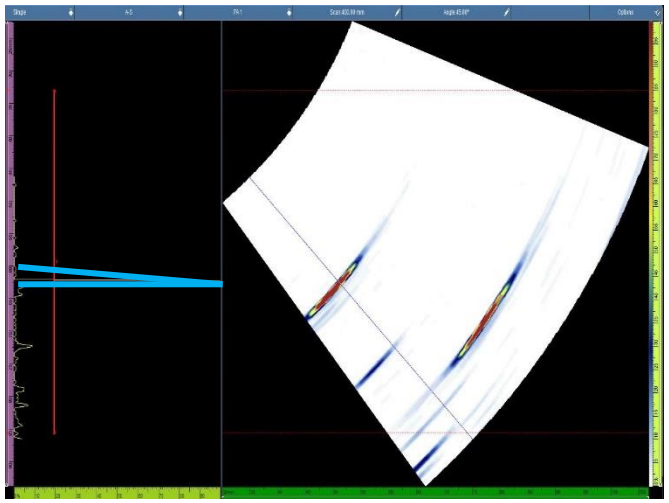
인공지능에 의한
신호 평가 도입 필요

IV. 인공지능 초음파 신호평가

4.1 Phased array 초음파

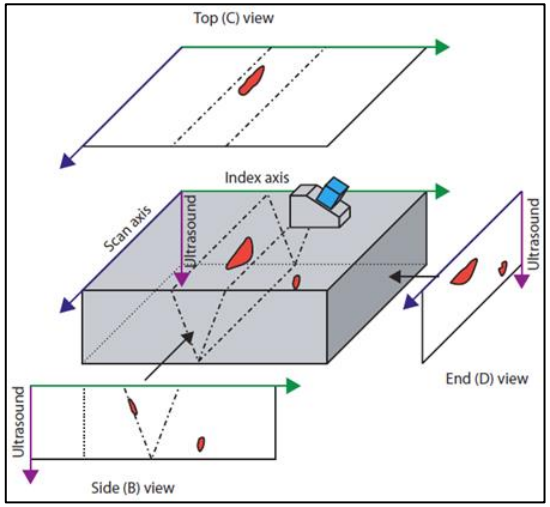


Phased array 센서



A-scan 신호

S-scan 신호



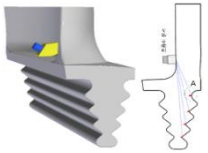
Phased array Scan

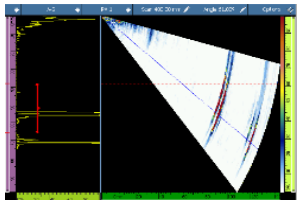
PA 신호 분석 데이터

IV. 인공지능 초음파 신호평가

4.2 AI 신호평가 알고리즘

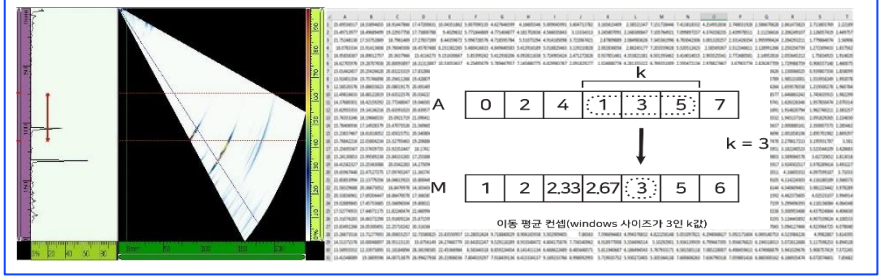
1. 초음파 신호취득



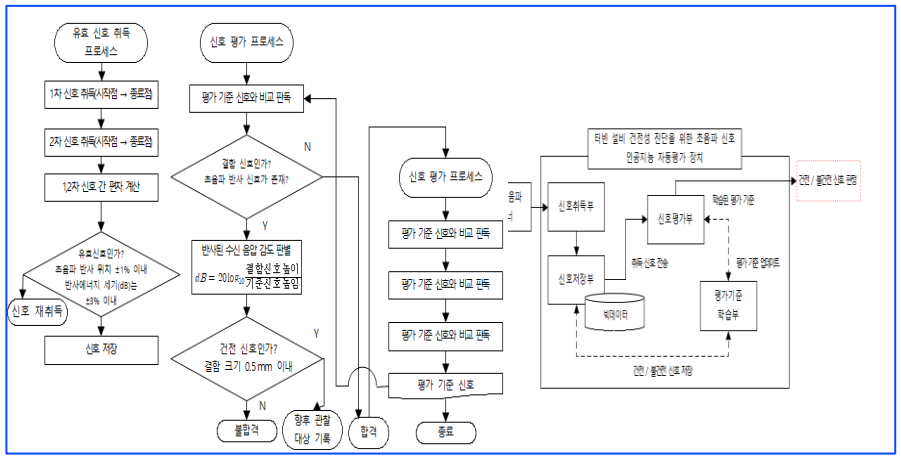


2. 데이터 량 증폭

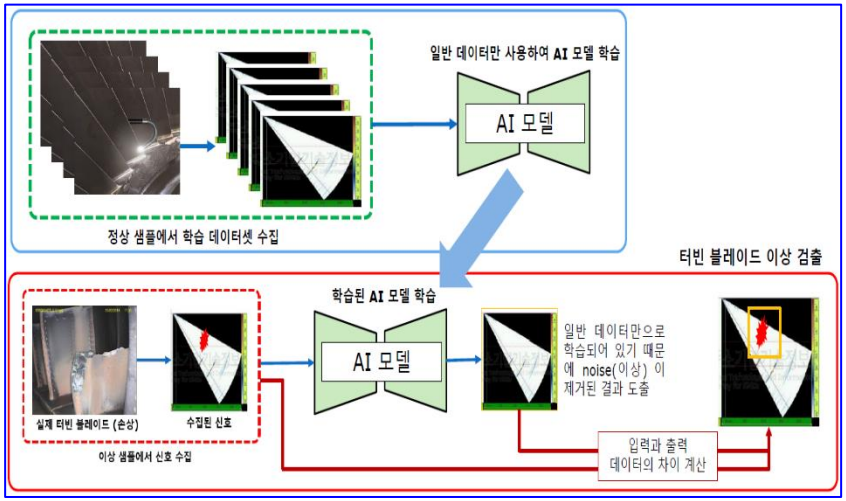
초음파영상 신호31행 401열 엑셀 데이터



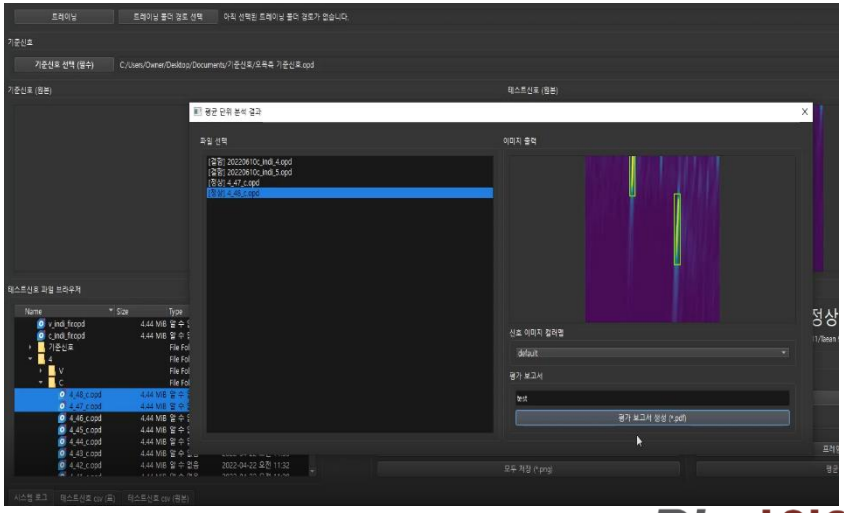
3. 신호 취득 및 평가 체계



4. 인공지능 평가 알고리즘



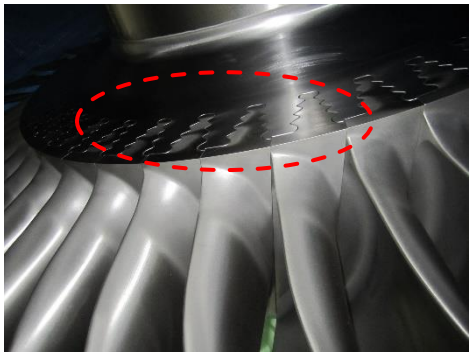
5 인공지능 신호 분석



파워인스

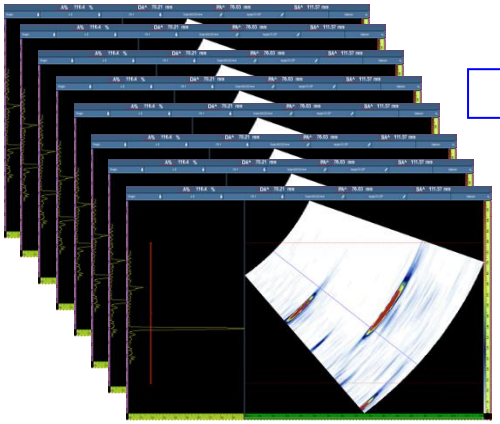
IV. 인공지능 초음파 신호평가

- 적용대상 1,000MW 최종단 블레이드 루트부 초음파검사

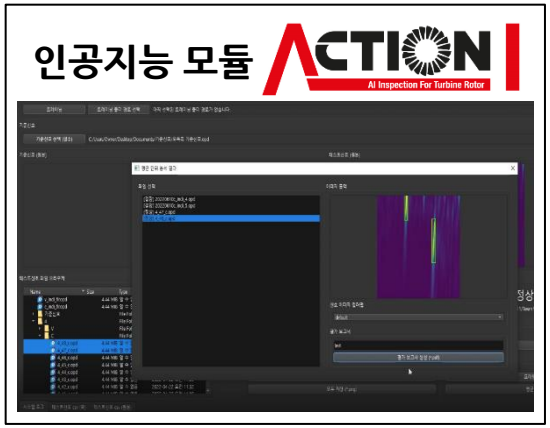


- Phased array 신호 취득 및 인공지능 신호평가

초음파 신호취득



취득신호 입력



초음파 신호 평가

인공지능 평가 보고서

보고서 출력

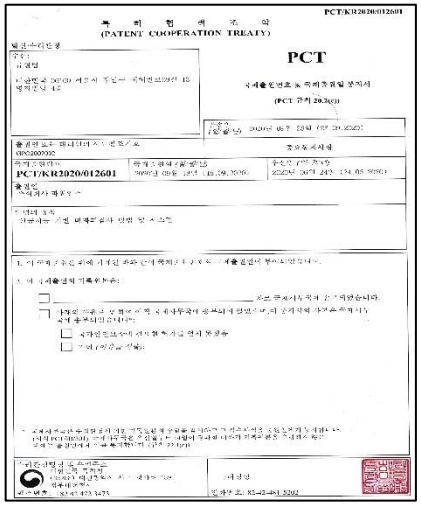
IV. 인공지능 초음파 신호평가

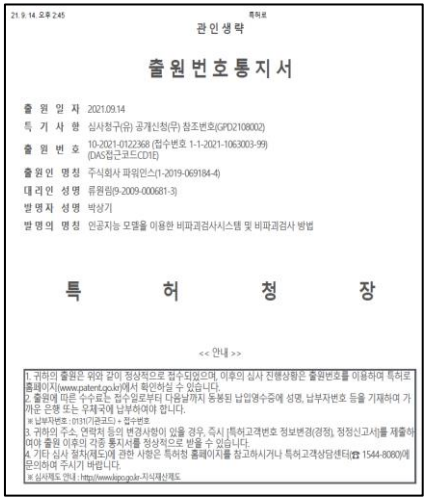
4.4 관련 지적재산

특허증
CERTIFICATE OF PATENT
특 허 제 10-2280126 호
출원번호 제 10-2020-0042394 호
출원일 2020년 04월 07일
등록일 2021년 07월 15일
발명의 명칭 인공지능을 이용한 터빈 블레이드 루트부의 초음파 신호 평가 장치 및 평가 방법
특허권자 주식회사 파워인스(160111-*******)
대전광역시 유성구 테크노2로 160 ,3층310호(융산동,중남대학교창업지원센터)
발명자 박상기(580702-*******)
대전광역시 유성구 엑스포로 501, 109동 1303호 (진민동, 나래아파트)
위의 발명은 「특허법」에 따라 특허원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.
2021년 07월 15일
특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
김 용 래

특허증
CERTIFICATE OF PATENT
특 허 제 10-2304750 호
출원번호 제 10-2020-0077034 호
출원일 2020년 06월 24일
등록일 2021년 09월 15일
발명의 명칭 인공지능 기반 비파괴검사 방법 및 시스템
특허권자 주식회사 파워인스(160111-*******)
대전광역시 유성구 테크노2로 160 ,3층310호(융산동,중남대학교창업지원센터)
발명자 박상기(580702-*******)
대전광역시 유성구 엑스포로 501, 109동 1303호 (진민동, 나래아파트)
위의 발명은 「특허법」에 따라 특허원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.
2021년 09월 15일
특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
김 용 래

상표등록증
CERTIFICATE OF TRADEMARK REGISTRATION
등 록 제 40-1752755 호
출원번호 제 40-2020-0090800 호
출원일 2020년 06월 01일
등록일 2021년 07월 15일
상표권자 주식회사 파워인스(160111-*******)
대전광역시 유성구 테크노2로 160 ,3층310호(융산동,중남대학교창업지원센터)
상표를 사용할 상품 및 구분
제 09 류
전력설비진단기계기구등 10건
ACTION I
위의 표장은 「상표법」에 따라 상표등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Trademark Act, a trademark has been registered at the Korean Intellectual Property Office.
2021년 07월 15일
특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
김 용 래


PCT/KR2020/012601
특 허 협 력 조 약
(PATENT COOPERATION TREATY)
PCT
PCT/KR2020/012601


관인생략
출원번호통지서
출 원 일 자 2021.09.14
특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(GPD2108002)
출 원 번 호 10-2021-0122368 (접수번호 1-1-2021-1063003-99)
(DAS접근코드:CD1E)
출원인 명칭 주식회사 파워인스(1-2019-069184-4)
대리인 성명 류원림(9-2009-000681-3)
발명자 성명 박상기
발명의 명칭 인공지능 모델을 이용한 비파괴검사시스템 및 비파괴검사 방법
특 허 청 장
<< 안내 >>

상표등록증
CERTIFICATE OF TRADEMARK REGISTRATION
등 록 제 40-1752754 호
출원번호 제 40-2020-0090798 호
출원일 2020년 06월 01일
등록일 2021년 07월 15일
상표권자 주식회사 파워인스(160111-*******)
대전광역시 유성구 테크노2로 160 ,3층310호(융산동,중남대학교창업지원센터)
상표를 사용할 상품 및 구분
제 09 류
전력설비진단기계기구등 10건
Action I
위의 표장은 「상표법」에 따라 상표등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Trademark Act, a trademark has been registered at the Korean Intellectual Property Office.
2021년 07월 15일
특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
김 용 래

V. 인공지능 신호평가 적용 효과

1. 발전설비 안전성 확보

   - 검사자 기량에 따른 문제점 해소

2. 안전성 진단 결과 검증 방안 확보

   - 검사 결과의 적정성 검증

3. 디지털 데이터 기반 예지 정비 기반 구축

   - 발전설비 안전도 평가 연계

4. 인공지능 신호평가 세계 최초 실용화

   - 발전설비 초음파검사 신호 평가

감사합니다