

항공우주부품 NC 제조공정 지능화시스템 구축

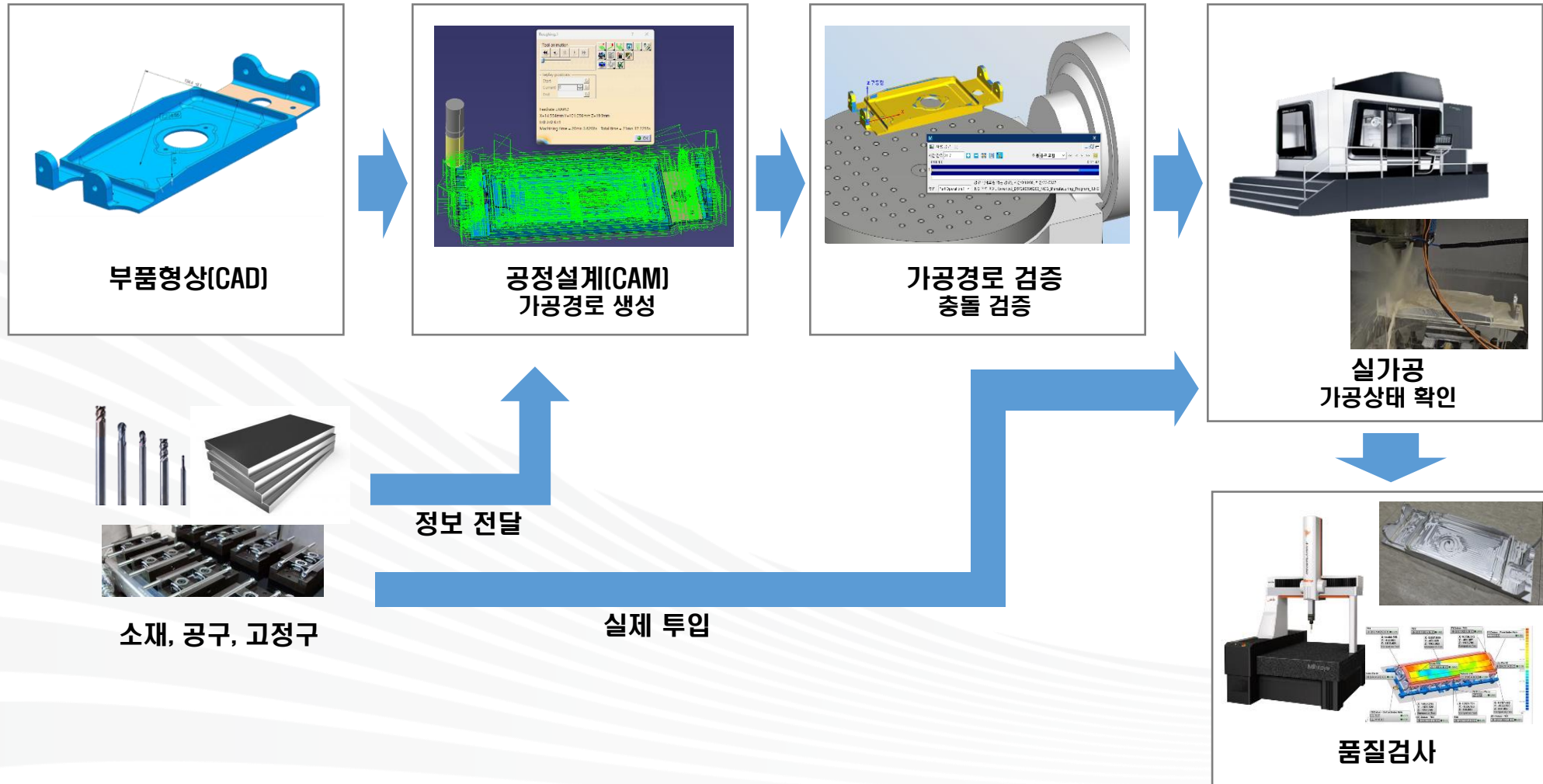
- 지능화 시스템 개요 -

2025-04-10(목)



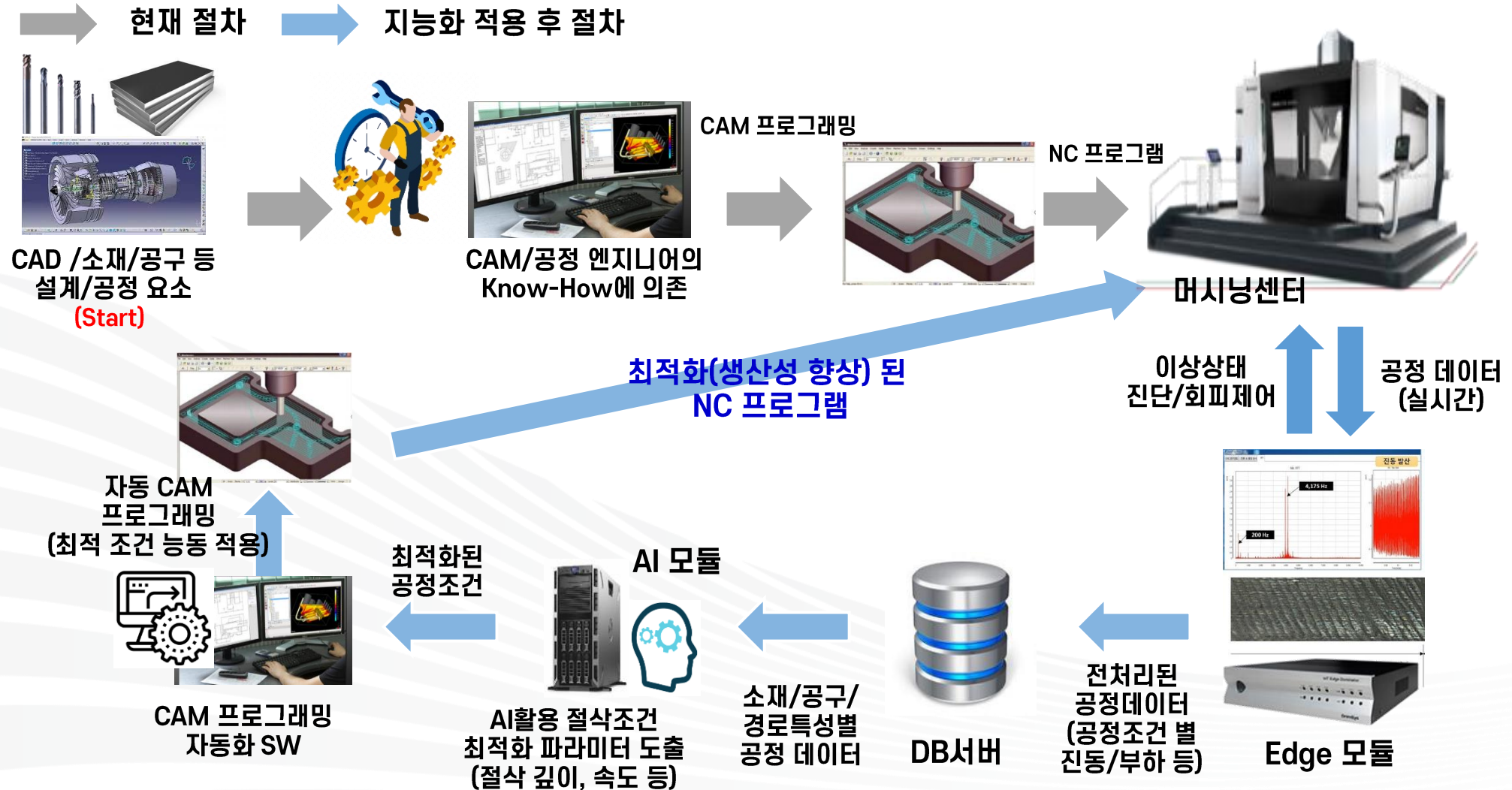
항공우주부품 제조공정

- 항공우주부품 가공은 NC(Numerical Control)제어 기반 머시닝센터를 통해 진행되며, 공정 설계부터 가공완료 및 검사까지의 단계를 포함함



항공우주부품 제조공정

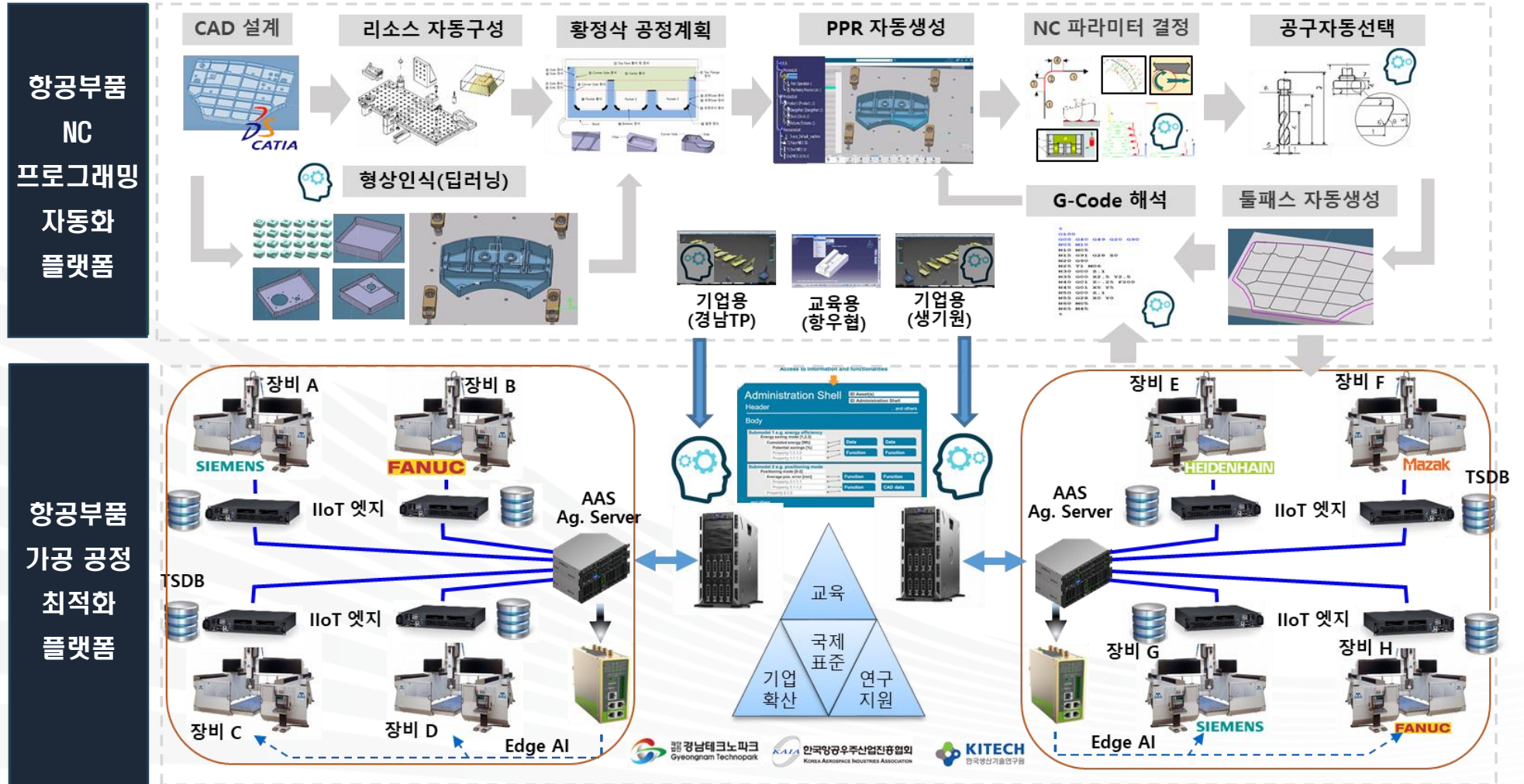
➤ 항공우주부품 NC 제조공정 기존 절차 및 지능화 적용 후 절차



NC기반 제조공정 지능화 시스템 및 실증 테스트베드

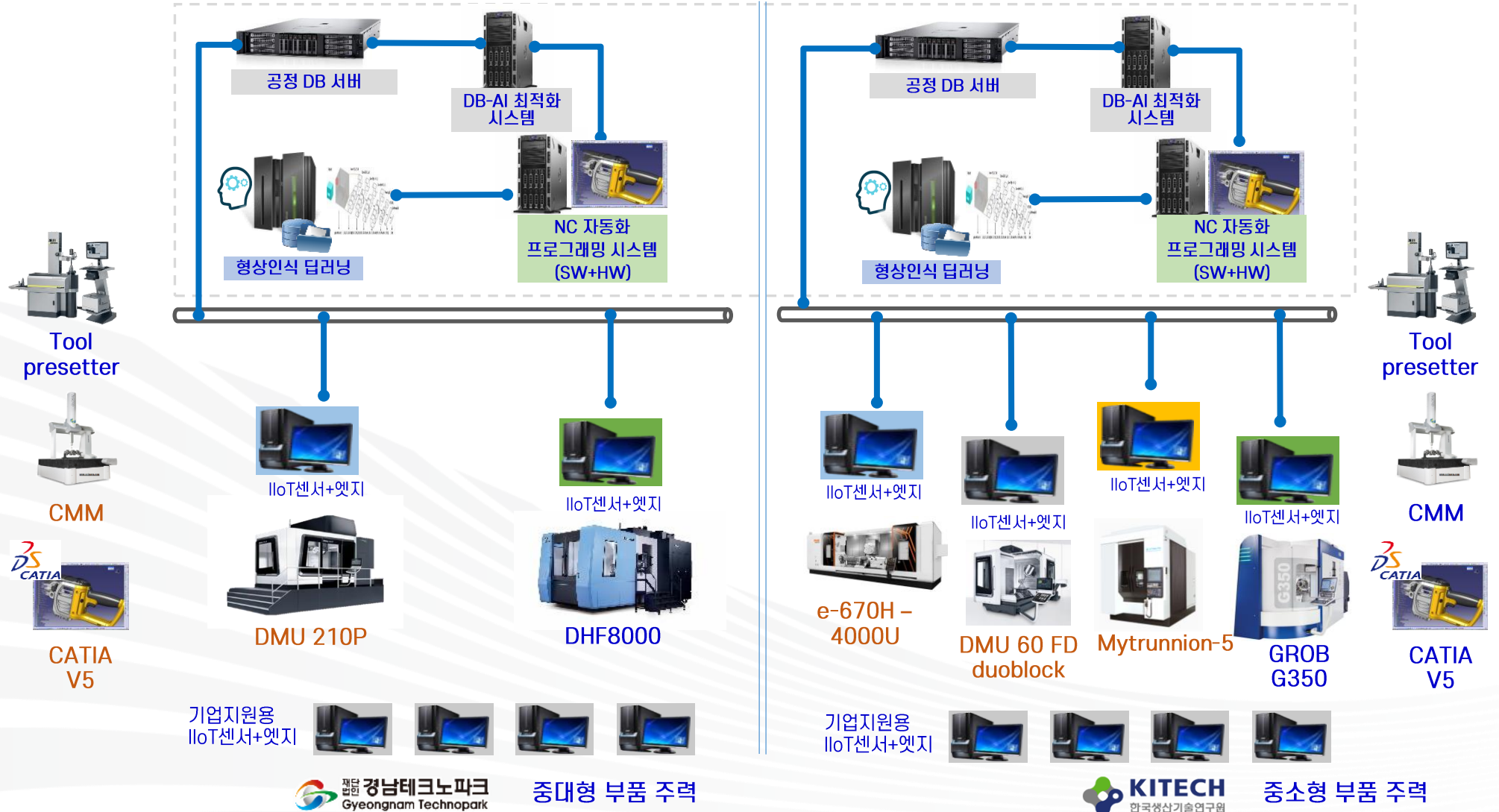
➤ NC기반 제조공정 지능화 시스템 구성 개략도

- 경력자 노하우에 의존하는 작업(CAM, 최적화, 이상감지)의 다수 단계를 자동화/시스템화 하는 플랫폼



NC기반 제조공정 지능화 시스템 및 실증 테스트베드

➤ NC 제조공정 지능화 파일럿 플랜트 장비 구성



➤ 한국생산기술연구원 초정밀가공동 'NC 공정 지능화 Pilot Plant'



본 과제 구축 지능화 시스템

➤ NC프로그램 자동화 시스템(솔루션)

: (플랫폼) 공정설계 관련된 데이터를 저장하고 프로그램 생성 시 공정설계 데이터를 전송

: (NC프로그램 자동화) CATIA V5에서 공정설계, 경로생성 자동화를 자동으로 수행



플랫폼

- 기본 DB 구축
- 각 회사별 데이터 관리
- NC 프로그램 자동화 산출물 관리



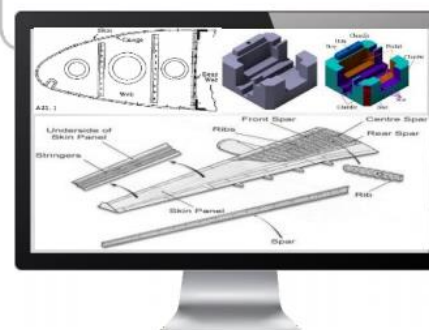
공정설계 자동화

- 유사 형상 제품 검색 및 재사용
- 부품 Code Numbering



형상인식

- Rule Based 형상 인식
- AI Based 형상 인식
- NC용 모델 형상 정보 추출



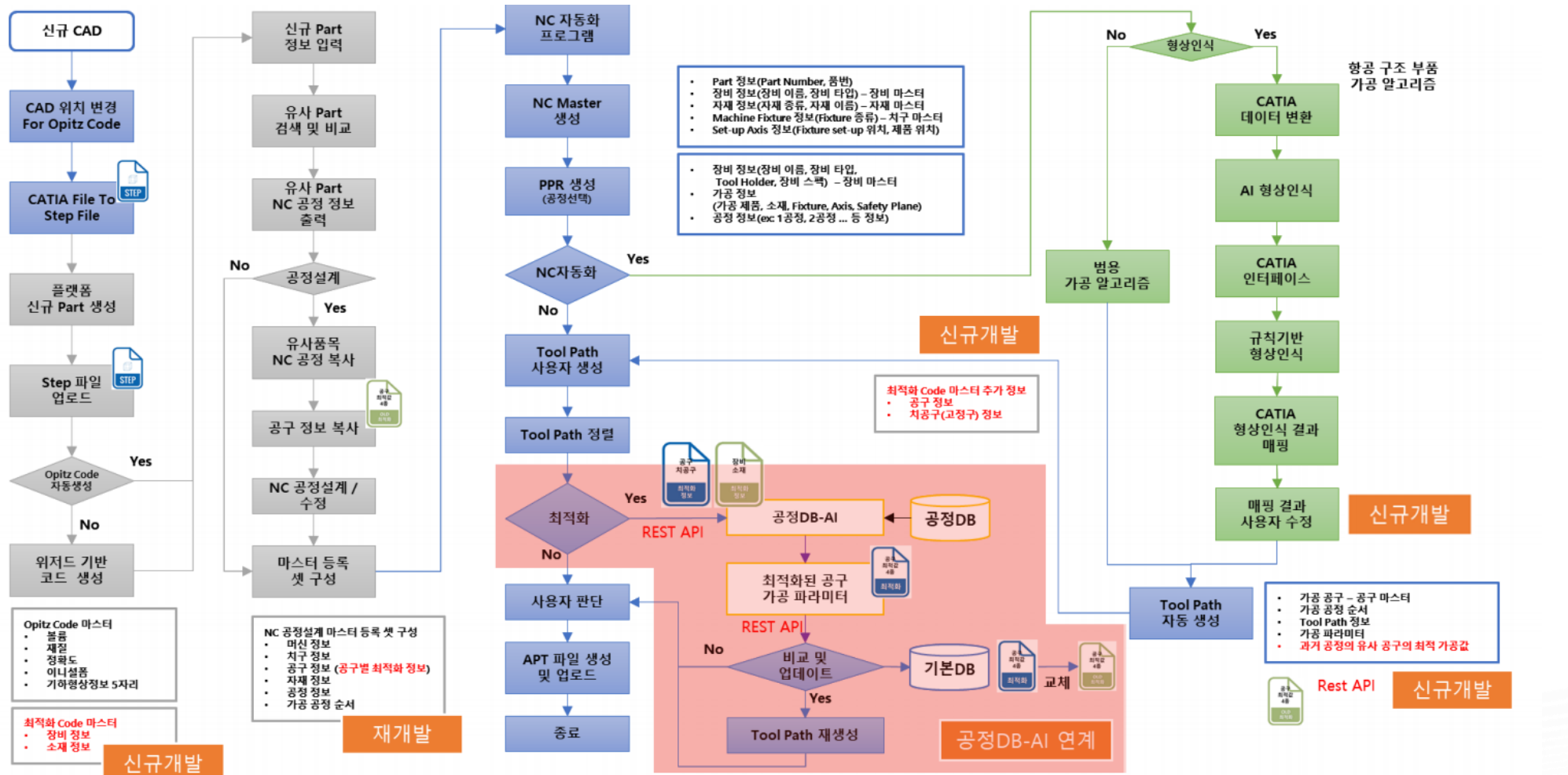
NC 프로그램 자동화

- 장비 및 치공구 Set-up 자동생성
- 형상인식 활용 (규칙+AI)
- NC 프로그램 자동생성



본 과제 구축 지능화 시스템

➤ NC프로그램 자동화 시스템(솔루션)



본 과제 구축 지능화 시스템

➤ NC프로그램 자동화 시스템(솔루션)

공정 복사

유사도 및 가중치 설정

☐ 가중치 활성화

초기화

유사도 검색

유사도 범위 설정

0

0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100

항상 가중치 설정

Digit 1

1

2

3

4

5

Digit 2

1

2

3

4

5

Digit 3

1

2

3

4

5

Digit 4

1

2

3

4

5

Digit 5

1

2

3

4

5

보조 가중치 설정

Digit 6

1

2

3

4

5

Digit 7

1

2

3

4

5

localhost:8080 내용:

공정 복사가 완료되었습니다.

확인

COMMON PM01님의 최종접속정보는 2024-09-24 09:18입니다.

비밀번호 변경

로그아웃

미리보기

파트 번호

Rev

Part 유사도 [%]

Optiz Code

미리보기

PART-0005

A

95

750005109 (Auto)

미리보기

PART-0002

A

92

790709109 (Manual)

미리보기

가공정보

PART-0005 A NC 공정설계종

OP010

MACHINE

DMG Mori DMU 210P

MAZAK_Base

TOOL

OP020

MACHINE

TOOL

☐ Tool 복사 활성화

공정 복사

닫기

-9-

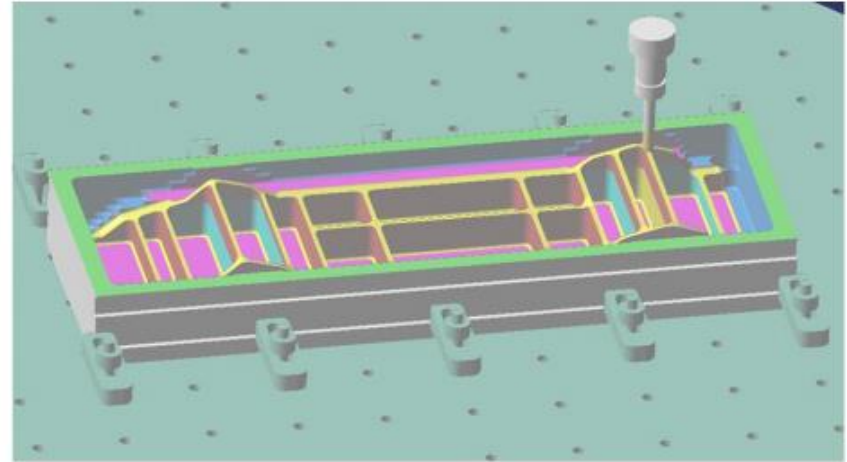
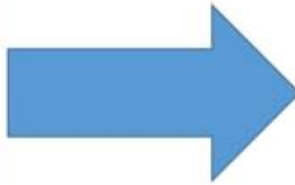
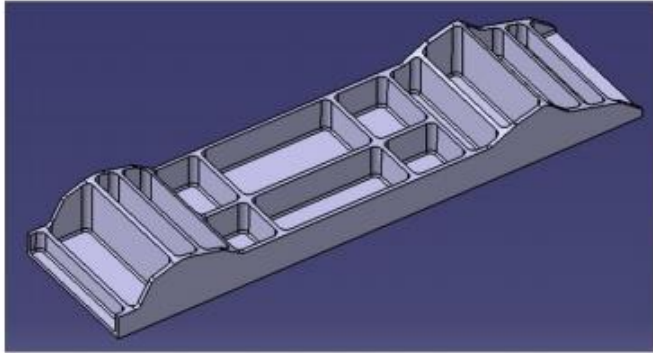
경남테크노파크
Gyeongnam Technopark

KITECH
한국생산기술연구원

KAA
한국우주항공산업협회
Korea Aerospace Industries Association

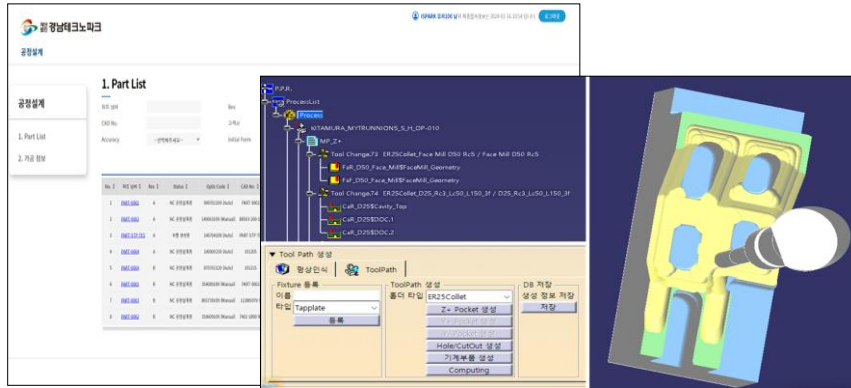
본 과제 구축 지능화 시스템

➤ NC프로그램 자동화 시스템(솔루션)



본 과제 구축 지능화 시스템

➤ NC프로그램 자동화 시스템(솔루션)



항공우주부품 NC 프로그램 자동화 SW
(경남TP, 생기원)



항공우주부품 NC 프로그램 자동화 HW
(경남TP, 생기원)

NC프로그램 자동화 소프트웨어 [(주)이즈파크]

적용 CAM : CATIA V5

주요기능 :

- 1) NC프로그램 자동화 플랫폼
- 2) AI 및 규칙기반 형상인식
- 3) 공정설계 자동화
- 4) NC프로그램 자동 생성

NC프로그램 자동화 하드웨어 [커스텀]

CPU : AMD 라이젠 스레드리퍼 PRO 5995WX

Memory : 64GB DDR4-3200 ECC/REG X 2

GPU : GIGABYTE RTX 4090 24GB X 4

Storage : 4 TB SSD x 1, 8 TB HDD x 2

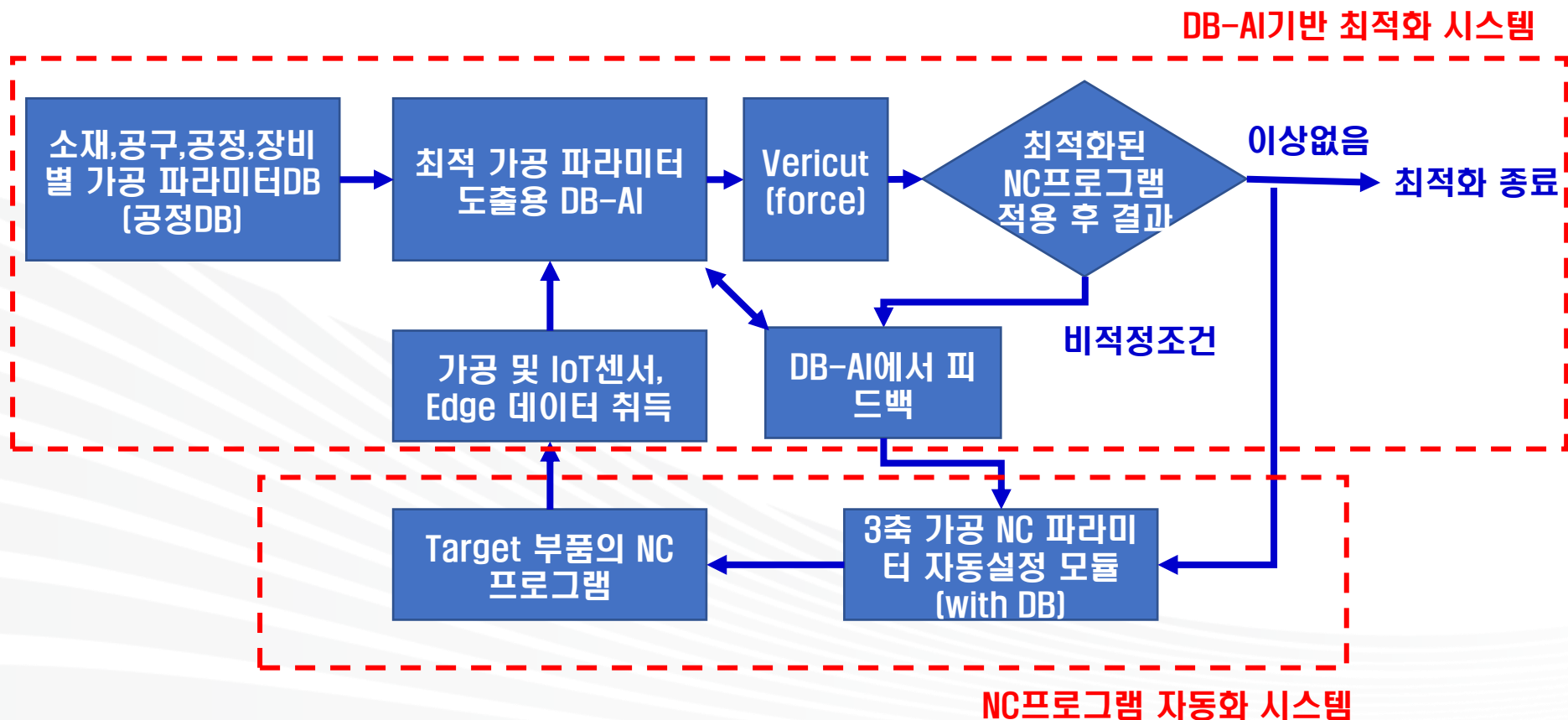
공냉 및 수냉식 쿨러

카티아 V5 설치

본 과제 구축 지능화 시스템

➤ DB-AI 기반 최적화 시스템(솔루션) 개요

- 최적화 프로세스는 [DB-AI 기반 최적화 시스템]을 통해 진행됨
- 조건 도출 및 NC프로그램 생성 후 실가공을 통해 피드백 한 후 조건을 AI 분석한 후 최적화



본 과제 구축 지능화 시스템

➤ DB-AI 기반 최적화 시스템(솔루션) 개요

(메인화면)

DBAI

사용자

관리자

메인 관리

공정정보 조회

소재정보 조회

공구정보 조회

장비정보 조회

치공구정보 조회

공정/가공조건 조회

공정/품질 정보 비교조회

모니터링 관리

공정 최적화

계시판

홈 화면

공정정보 조회

소재정보 조회

공구정보 조회

장비정보 조회

치공구정보 조회

공정/가공조건 조회

공정/품질 정보 비교조회

모니터링 관리

공정 최적화

계시판

KITECH

한국항공우주연구원

Search

[비테크]님

홈 화면 ×

메인 관리 > 홈 화면

기준정보 변경이력

[공정정보 변경이력]

공정ID	공정명		대분류		중분류		FeedRate		스핀들RPM		절삭길이		절삭유무	
	전	후	전	후	전	후	전	후	전	후	전	후	전	후
00001	공장12	공장1	면가공	면가공	할삭	할삭	60	60	1,500	1,500	2	2	절삭	절삭

[장비정보 변경이력]

장비ID	장비명		유형1		유형2		제조사명		최대스핀들속도		스핀들출력		가공범위(X)		가공범위(Y)		가공범위(Z)		적경타입		테이블직경		허용하중	
	전	후	전	후	전	후	전	후	전	후	전	후	전	후	전	후	전	후	전	후	전	후	전	후
A0001	DVF 8000_test	DVF 8000	5축	5축	수직	수직	DN SOLUTIONS	DN SOLUTIONS	12,000	12,000	22	22	1,000	1,000	900	900	685	685	원형	원형	800	800	1,400	1,400

사용자정보 변경이력

순번	아이디	성명		이메일		전화번호		유형	
		전	후	전	후	전	후	전	후
1	user02	사용자02	사용자02					일반사용자	일반사
2	citek2	씨테크2	씨테크2	coredit@coredit.co.kr	coredit@coredit.co.kr	asdasd	asdasd	시스템사용자	시스템시
3	schwartz	김희교	김희교	schwartz@coredit.co.kr	schwartz@coredit.co.kr	01073275057	01073275057	시스템사용자	시스템시

공지사항

순번	제목	등록일자	등록자
1	공지사항 테스트를 위한 데이터 입니다.	2024-07-13 00:00:00	admin
2	222	2024-07-14 00:00:00	admin
3	333	2024-07-15 00:00:00	admin

본 과제 구축 지능화 시스템

➤ DB-AI 기반 최적화 시스템(솔루션) 개요

[공정신호 조회기능]



본 과제 구축 지능화 시스템

➤ DB-AI 기반 최적화 시스템(솔루션) 개요

[통계 및 AI활용 최적화 조건 도출기능]



본 과제 구축 지능화 시스템

➤ DB-AI 기반 최적화 시스템



항공우주부품 가공 DB-AI 최적화 SW
(경남TP, 생기원)

항공우주부품 가공 DB-AI 최적화 SW (주)씨테크시스템)

주요기능 :

- 1) 통계/AI 기반 NC공정 파라미터 추천 기능
- 2) 공정 DB 정보 조회 및 가시화
- 3) DB 데이터 비교 분석 기능



AI 분석용 워크스테이션
(경남TP, 생기원)

AI 분석용 워크스테이션 (커스텀)

CPU : Cascade Lake, 3.20GHz, 11MB

Memory : DDR4-3200 32GB X 4

GPU : RTX4090

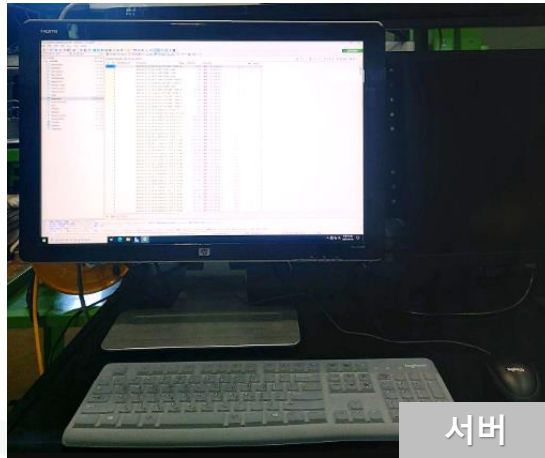
Storage : 1 TB SSD x 1, 1.92 TB SSD x 2

AI 학습 개발환경 포함

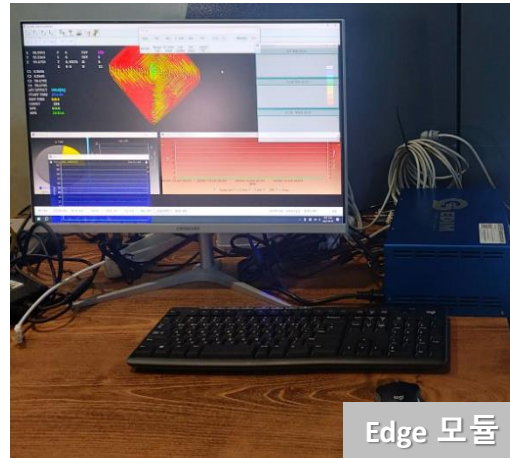
항공부품 가공 DB 저장용 마리아DB 설치

본 과제 구축 지능화 시스템

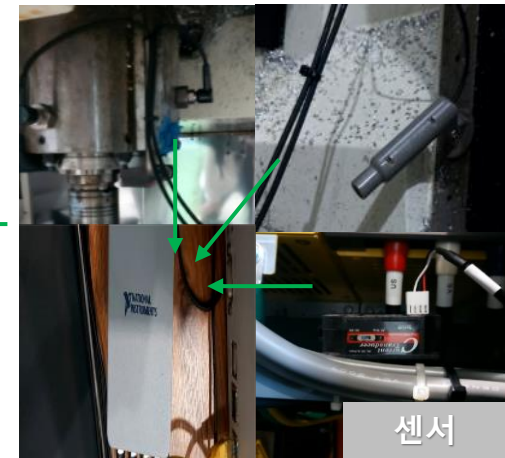
➤ Edge 장치 및 DB서버



서버



Edge 모듈



센서

Edge 모듈 (EDIM 社 Smart cutting)

본체 : ADM Ryzen 5 5600G, 16GB RAM, Window 10 pro

DAQ : NI Cdaq-9171

[슬롯 : 1, 채널 수 : 4, analog output 샘플링 넘버 : 8192]

센서 : 가속도 센서, 전류 센서, 마이크

가속도 센서 속도 : 51,200[Hz]

마이크 샘플링 속도 : 44,100[Hz]

공정DB 서버 (커스텀)

CPU : Xeon SP Gen3 CPU (2.8Ghz 12M 캐시, 8 코어, 16 스레드)

Memory : 16GB + 128GB(TruDDR4 3200Mhz)

GPU : RTX4090

Storage : 960 GB SSD x 2, 1.92 TB SSD x 2

항공부품 공정DB 저장용 마리아DB 설치

본 과제 구축 지능화 시스템

➤ Edge 장치 기능

메인 메뉴

메인 메뉴

Start	TW	AFC	F. Hold	ASC	FFT	Cycle	On	Minimize	End
MK Ref.	Manual Test	M. Count Reset	Tool Update	Ref. Down					

메인 메뉴

FFT
Fast Fourier Transformation 윈도우를 활성화함

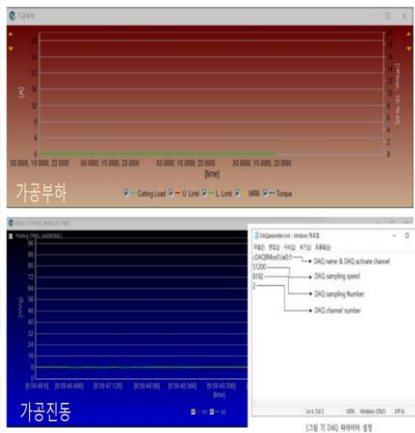
Cycle
가공 중 일경우 녹색으로 변경됨 (변경되지 않는다면 연결이 정상적으로 되어있지 않은 상태)

On
CNC와 연결되어 있으면 녹색으로 변경됨

Minimize
모든 표시창을 최소화 상태로 변경

End
프로그램을 종료

모니터링



가공부하 정보

현재 가공부하 기준은 "ToolInfo" 테이블의 "controltype" 필드에 의해 결정됨

기준부하 곡선이 있는 경우는 "/Refcurves" 폴더에 기준부하 곡선을 따라 표시되고, 기준부하 곡선이 없는 경우는 "ToolInfo" 테이블에 정의된 상한과 하한 값을 표시함

CUTPRO 시뮬레이션 결과가 있는 경우, 공구 위치에 따라 MRR과 Torque를 출력함

가공진동 정보

RMS 데이터는 8192의 데이터를 기준으로 데이터 발생함 0.17초에 한번 시행

시스템 파라미터 #32번이 "1"인 경우 버튼이 활성화됨

가속도 센서의 "샘플링 속도 = 51,200[Hz], 샘플링 개수 = 시스템 파라미터 #159"에 의해 정의됨

동시에 DAQ 셋업을 위한 파일 "DAQparameter.cnd" 작성이 필요함

모니터링



공구 경로

공구 경로

공구 경로 : 컨트롤러와의 통신을 통해 공구의 이동경로 실시간으로 조회(약 0.17초)하고 출력함

우클릭 & 마우스 이동 : 공구 경로 화면을 상하좌우 이동

좌클릭 & 마우스 이동 : 공구 경로 화면을 회전

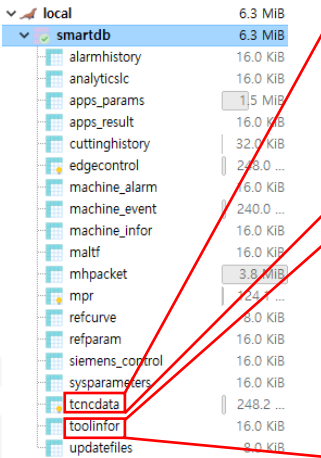
데이터 조회 (FFT)



FFT는 1초동안 데이터로 0.16초당 1번씩 진행

본 과제 구축 지능화 시스템

➤ 공정 DB구조



```
/*!40000 ALTER TABLE `tcncdata` DISABLE KEYS */;
INSERT INTO `tcncdata` ('id', 'cyclestart', 'aut', 'mainNo', 'mainstr', 'subNo', 't', 'startlineno', 'n', 'lineno', 'x', 'y', 'z', 'a', 'b', 'c', 'rd_x',
'rd_y', 'rd_z', 'spload', 'actf', 'acts', 'cmdf', 'cmds', 'm', 'g', 'g80', 'act_load', 'ref_lower', 'ref_upper', 'a1rms', 'a2rms', 'a1hrms',
'a2hrms', 'a1chat', 'a2chat', 'micrms', 'michrms', 'micchat', 'merror_cnc', 'merror_sys', 'merror_adc', 'merror_daq', 'merror_tool',
'cmdfov', 'plcfov', 'afcon', 'twon', 'dailympr', 'monthlympr', 'machining_count', 'totalruntime', 'subruntime', 'fovavg', 'twavg',
'loadavg', 'c1', 'c2', 'c3', 'c4', 'workdt') VALUES

/*!40000 ALTER TABLE `toolinfor` DISABLE KEYS */;
INSERT INTO `toolinfor` ('id', 'tn', 'tuindex', 'main', 'mainstr', 'sub', 'flutenum', 'rpm', 'sov_min', 'sov_max', 'sov_direction', 'fov_lower',
'fov_upper', 'fov_min', 'fov_max', 'fov_delta', 'tw_distn', 'tw_lower', 'tw_upper', 'tw_lexeed', 'tw_uexeed', 'ap_lower_flag',
'ap_lower_no1', 'ap_lower_no2', 'ap_lower_no3', 'ap_lower_no4', 'ap_lower_value1', 'ap_lower_value2', 'ap_lower_value3',
'ap_lower_value4', 'ap_upper_flag', 'ap_upper_no1', 'ap_upper_no2', 'ap_upper_no3', 'ap_upper_no4', 'ap_upper_value1',
'ap_upper_value2', 'ap_upper_value3', 'ap_upper_value4', 'stn', 'edn', 'stavgn', 'edavgn', 'cend', 'controltype', 'ascon', 'afcon', 'afcoff',
'twon', 'acton', 'cmt', 'flag') VALUES
```

가공 시 발생하는 데이터, 머시닝 센터 정보, 공구 정보, 가공조건 등등에 관련된 모든 정보를 DB에 접속하여 업데이트하고 DB내에서 공유가 가능하도록 함

tcncdata : 장비 ID, G 코드, X축 좌표, Y축 좌표, Z축 좌표, 스피들 전류, X축 가속도 RMS, Y축 가속도 RMS 등등의 값을 DB에 실시간으로 업데이트

toolinfor : 공구번호, RPM, 이송 속도 적응제어, RPM 적응제어 등등 공구에 대한 파라미터 입력/출력

실증 절차

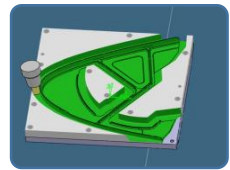
➤ 지능화 시스템 활용 실증 절차



실증 절차

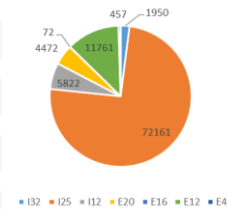
➤ 지능화 시스템 활용 실증 절차

[실증 절차]



신규/기존
부품 공정
CAM/
가공조건
확인

개선 대상
공정 선정¹⁾

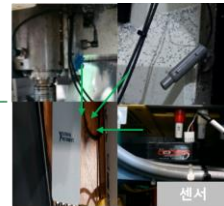
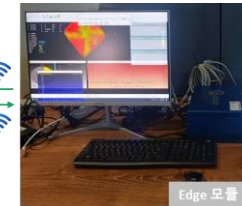


[Track 1]
Full scale
모델

[Track 2]²⁾
축소 모델
/모사 모델

지원기관
(경남TP, 생
기원)
DB

실증부품
CAM 및
기초가공
조건 확정



실증 부품
가공용
재료(공구/치
공구 등) 발주
(지원기관)

대상 부품
가공 테스트
(진동/부하
등 데이터)

생산성,
품질,
공구비 등
성과 분석
(지원기관)

수정조건
활용 대상
부품
가공 검증
테스트³⁾

실증부품
CAM 및
가공조건
수정



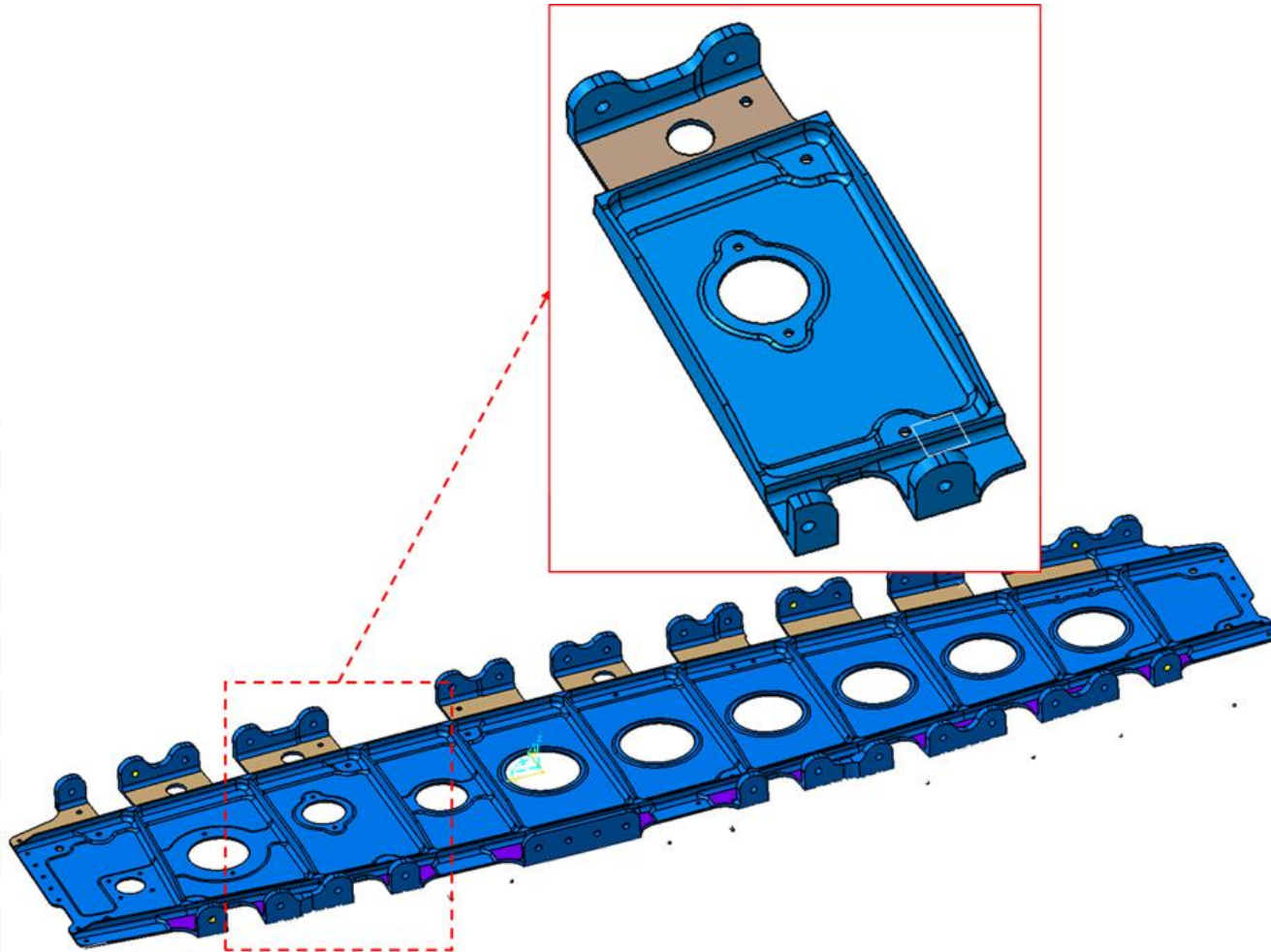
지원기관
DB-AI 최적
화 SW

1) 가공 시간이 긴 공구, 개선이 시급한 공구를 위주로 선정

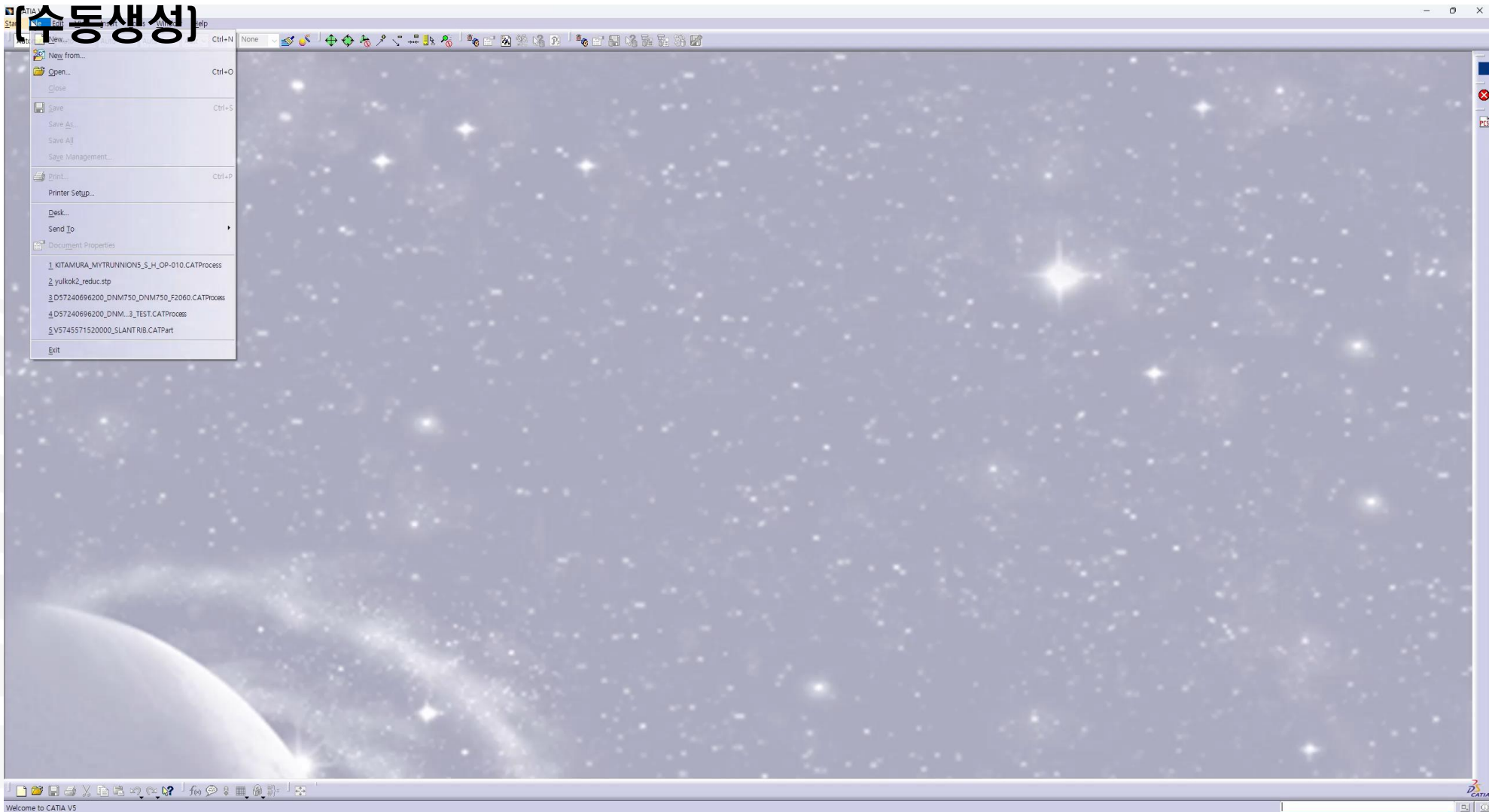
2) Full scale 실증이 어려운 경우 협의 하에 축소 또는 모사 모델로 변경

3) 검증 테스트는 지원기관 장비로 진행되며, 요청 시 기업 현장 장비 적용 및 검토 예정

➤ 진행 사례 – CAD모델 [(주)울곡 Rib Pocket]

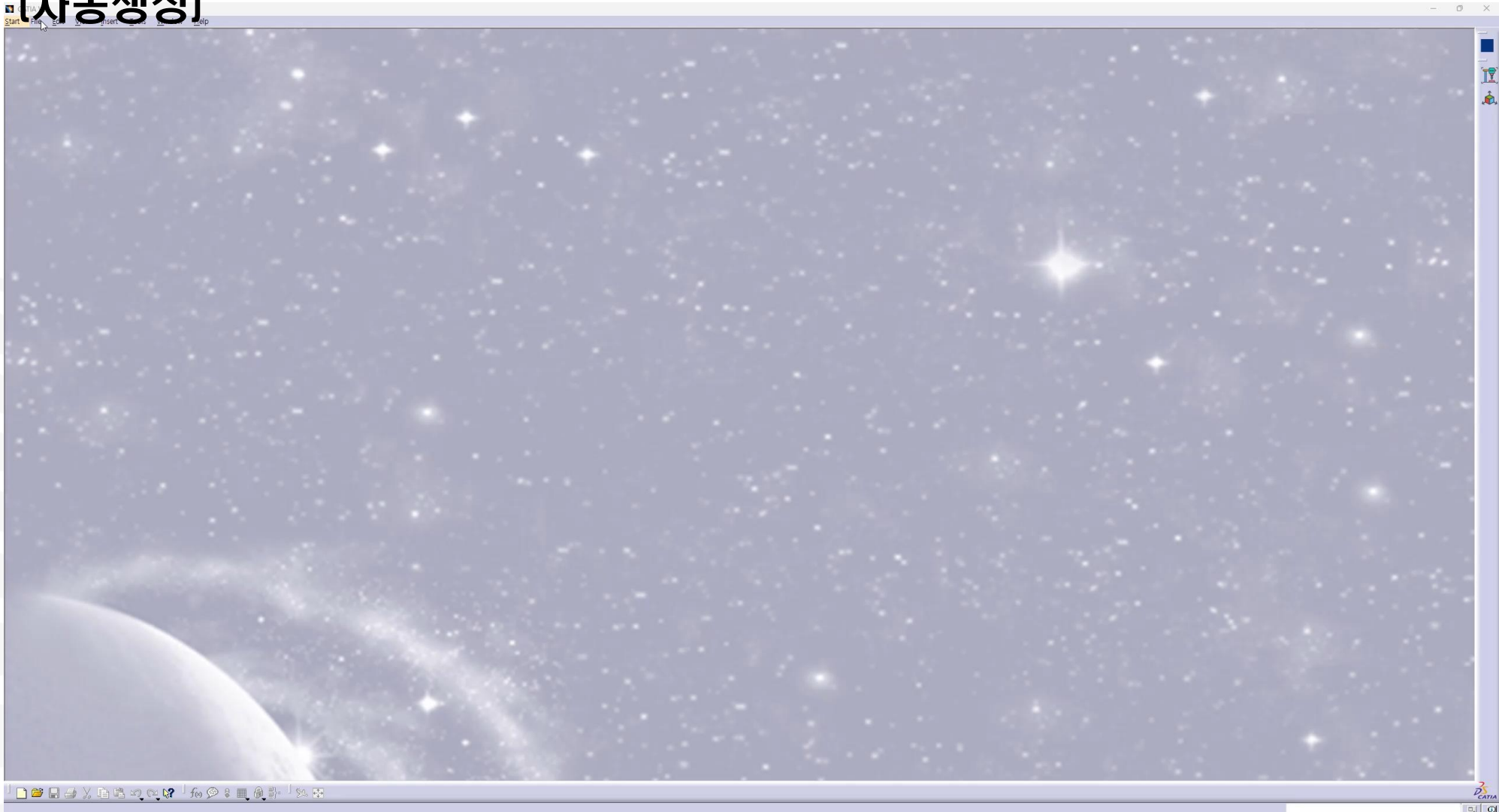


➤ 진행 사례 - NC프로그램 자동화 SW



➤ 진행 사례 - NC프로그램 자동화 SW

[자동생성]



실증 절차

➤ 진행 사례 – Edge 장치

[실증부품 가공 및 Edge 장치 활용 가공데이터 취득]

