

2020년 대표성과 후보 추천 요약서

[1] 성과요약서

성과유형	기초·미래선도형 () 산업화형 (O) 국가·사회문제해결형 ()		
세부과제명 (세부과제번호)	자가학습형 지식융합 슈퍼브레인 핵심 기술개발 (No. CRC-15-05-ETRI)		
성과목표	[성과목표 5-1] ICT기반의 공공분야 국민생활 문제 해결 지능화 솔루션		
총연구기간	2015년 12월 ~ 2021년 11월(총 6년)		
총연구비	총 31,344 백만원	정부: 27,600 백만원	민간: 3,744 백만원
성과책임자 정보	연구자 성명	직할부서	연구본부/연구실
	표철식	KSB융합연구단	-
성과정보			
성과내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자가학습형 도메인 지식융합 플랫폼 및 응용솔루션 실용화 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - KSB 인공지능 클라우드 플랫폼(BeeAI) 개발 및 BeeAI 활용 공모전 개최 · 기술이전 4.95억, 기술출자 (통상실시권가치 3.38 억원), 공모전 (26개 팀/103명 참가) - IoT 엣지 컴퓨팅 기술 국제표준 후보 채택 및 경량 딥러닝 모델 추론기술 개발 · Baseline 대비 정확도 99% 유지하면서 모델 압축률 60% 달성, 기술이전 0.6억, SCI 논문 1편, - BeeAI기반 초저전력 지능형 누출 감시 진단 기술개발 · 누출 판별 평균 정확도 99% 달성, 전자신문, 연합뉴스, 등 30여개 언론매체 보도 - BeeAI기반 뇌졸중예측 기계학습/딥러닝 모델 구현과 CES2020 출품 · 뇌졸중 사전감지 및 예측 정확도 98.05% 달성, 기술이전 3.3억, SCI 논문 2편, 		
대표성과1	<ul style="list-style-type: none"> ○ Densely Distilled Flow-Based Knowledge Transfer in Teacher-Student Framework for Image Classification, IEEE Transactions on Image Processing, 2020, IF6.79, 2020년 4월 ○ An Elderly Health Monitoring System Using Machine Learning and In-Depth Analysis Techniques on the NIH Stroke Scale, Mathematics, 2020, IF1.747, 2020년 7월 ○ 크로스도메인 확장형 워크플로우 구성 및 오케스트레이션의 방법, 10-2019-0144637, 2019년 11월, 출원, 대한민국 		
대표성과2	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술이전 실적 : 8.844 억원 (13개 기업) <ul style="list-style-type: none"> - 보급형 KSB 인공지능 프레임워크 (3건/0.495 억원): 리드포인트시스템외 2개 기업, 2020년 - KSB 인공지능 엣지 플랫폼 기술 (7건/4.455 억원): 현대오토에버외 6개 기업, 2020년 - 경량 인공지능 추론장치 (2건/0.594 억원): 에이에스씨 외 1개 기업, 2020년 12월 - 실시간 건강 모니터링 기술 (1건/3.3 억원): 세원인텔리전스, 2020년 8월 ○ KSB플랫폼 사업화 적용 건수 : 1건 (0.5 억원 매출, 소프트플랫폼) ○ 연구소기업 기술출자 : 통상실시권가치 3.38 억원 (KSB 인공지능 엣지 플랫폼 기술) 		
<p>- 대표성과 선정 시 대상선정을 위해 직원투표(홈페이지 게시)에 동의합니다. 동의 <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>※ 공개 항목 : 연구자, 소속, 직위, 성과명, 연구비, 성과내용 등 후보추천서 기재사항</p> <p>- 사실과 다른 내용이 포함되거나 중대한 오류가 발견된 경우에는 선정이 취소될 수 있음을 확인합니다.</p> <p style="text-align: right;">2020년 12월 16 일</p> <p style="text-align: right;">확인자 표 철 식 (인)</p>			

2020년 대표성과 후보 추천서

[2] 2020년 우수성과 내용

1. 성과명

자가학습형 도메인 지식융합 인공지능 기술

2. 성과내용

기술개발 목표달성도

기술적 선점이 필요한 분야

- (AI 플랫폼/기술 분야) 기존 기술의 한계를 극복하고, 기업의 AI 솔루션 개발에 필요한 실시간 IoT 데이터 수집 --> 전처리 --> 학습/분석 --> 예측--> 서빙 등 전주기적 솔루션을 제공하는 자가학습형 지식융합 인공지능 기술 분야
 - 자가학습형 지식융합 인공지능 공통 플랫폼 분야, IoE 특화 기계학습/딥러닝 알고리즘 분야, IoE 엣지 컴퓨팅 표준화 분야

기술개발 목표

- 자가학습형 도메인 지식융합 플랫폼 및 응용솔루션 실용화 기술개발
 - (목표 ①) KSB 인공지능 프레임워크/플랫폼 개발 및 확산
 - (목표 ②) 지능형 IoE 엣지 컴퓨팅 기술 및 딥러닝 모델 최적화
 - (목표 ③) KSB 인공지능 프레임워크(BeeAI) 기반 인공지능 응용솔루션 구현
 - (목표 ④) BeeAI 기반 에너지/플랜트/헬스 도메인 인공지능 서비스 구현

〈기술개발 개념도〉



□ 기술개발 목표의 달성성과 및 핵심기술 확보

[개발목표 ①] KSB 인공지능 프레임워크/플랫폼 개발 및 확산

- ➔ (달성성과) KSB 인공지능 클라우드 플랫폼 개발 및 BeeAI 활용 공모전 개최
- ➔ (핵심기술 확보)
 - KSB 인공지능 클라우드 플랫폼 기술 개발
 - KSB 인공지능 프레임워크 Edge 배포용 경량화 기술 개발
 - KSB 인공지능 클라우드 플랫폼용 고성능 기계학습 분산처리 시스템 개발

[개발목표 ②] 지능형 IoE 엣지 컴퓨팅 기술 및 딥러닝 모델 최적화

- ➔ (달성성과) IoE 엣지 컴퓨팅 국제표준후보 채택 및 경량 딥러닝 모델 추론기술
- ➔ (핵심기술 확보)
 - IoT Edge Computing의 기능 요소 및 IoT 환경 국제표준후보 채택
 - 딥러닝 모델 기존 성능 99% 유지 하에 60% 모델 경량화 기술개발
 - 지능형 IoE 엣지 디바이스용 경량 인공지능 추론장치 개발

[개발목표 ③] KSB 인공지능 프레임워크(BeeAI) 기반 인공지능 응용솔루션 구현

- ➔ (달성성과) BeeAI기반 응용솔루션 (고장진단, 물류 등) 학습모델 구현 및 현장 실증
- ➔ (핵심기술 확보)
 - 기계 소음신호 기반 결함여부 탐지 기계학습/딥러닝 학습모델 확보
 - 에스컬레이터와 물류센터 적용 AI 응용솔루션 개발 및 현장실증 기술 확보
 - 딥러닝기반 통합 영상 객체(특정 인물, 객체 및 손동작 등) 인식 솔루션 확보

[개발목표 ④] BeeAI 기반 에너지/플랜트/헬스 도메인 인공지능 서비스 구현

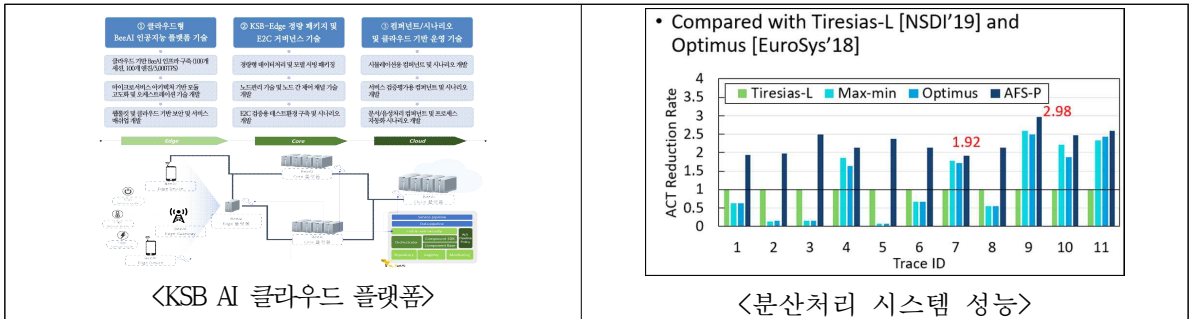
- ➔ (달성성과) 도메인별 기계학습/딥러닝 모델 구현과 CES2020 출품(뇌졸중예측 시스템)
- ➔ (핵심기술 확보)
 - (에너지 효율화) 기계학습 기반 중소형 건물단위 에너지 분석/예측 기술 확보
 - (플랜트 안전) 초음파 센서 기반 플랜트 미세누출 검출 딥러닝 학습모델 확보
 - (고령자 헬스) 생체신호(ECG, EEG, 족압)기반 뇌졸중 사전감지 기계학습/딥러닝모델 확보

3. 우수성 및 차별성

기술수준 향상 성과

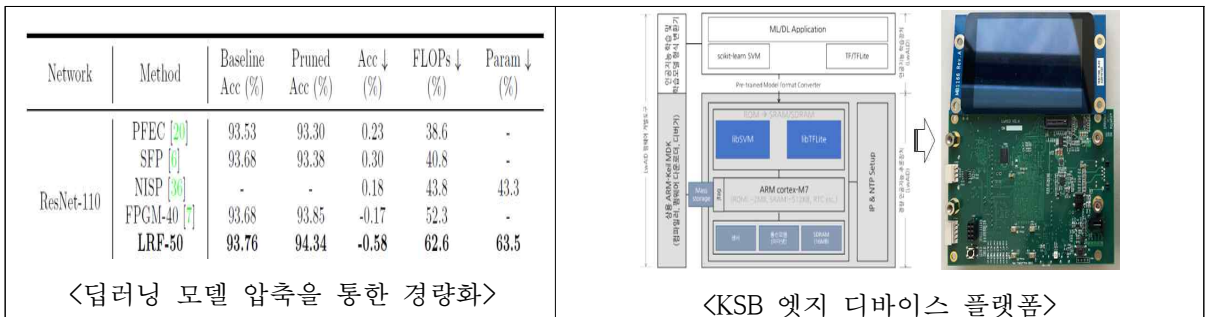
- KSB 인공지능 프레임워크/플랫폼 기술수준 및 성능 향상 달성
 - (KSB AI 클라우드 플랫폼 성능) KSB 인공지능 엣지 플랫폼 및 KSB 웹툰 SW의 기술수준 및 성능 향상(동시예측 서빙 세션 수 100개, 트랜잭션 처리 수 5,000TPS, 동시실행 엔진수 100개, 서비스 지연 시간100msec 만족)
 - (고성능 분산처리 시스템 확보) 데드라인/정적/동적 스케줄링, GPU 개수제한, HDFS 연

동 기능 개발을 통한 분산처리 시스템 안정화 및 성능고도화 (최신 GPU 스케줄링 대비 2.98배 ACT(Average Completion Time) 성능향상)



○ IoT 엣지 컴퓨팅 기술 및 딥러닝 모델 최적화 성과 달성

- (IoE Edge 컴퓨팅 표준화) IoT Edge Computing의 기능 요소 및 IoT 환경에 대한 고려 사항을 정리하여 국제표준후보 채택 (IETF Network Working Group), 표준 기고 (7 건, ITU-T Q.IEC-PRO)
- (딥러닝 모델 최적화) 기학습된 모델(ResNet 기준)의 성능 변화 거의 없이(Baseline 정확도의 99% 수준) 기존 모델 대비 압축률 60%이상을 제공하도록 알고리즘 개선
- (경량 인공지능 추론장치 개발) ARM Cortex-M7 기반 이상진단 엣지 디바이스 시제품 개발(학습모델 포함한 실행코드 350KB 이하)

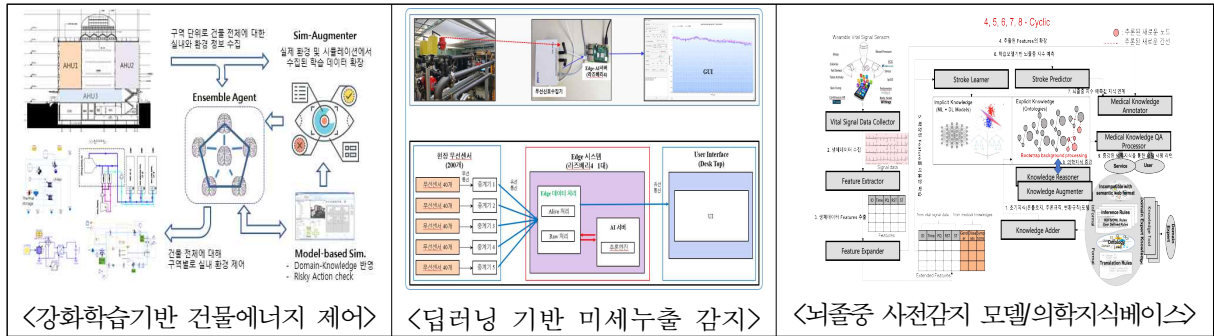


○ KSB 인공지능 프레임워크(BeeAI) 기반 인공지능 응용솔루션의 기술 및 성능향상 성과 달성

- (기계 설비 고장진단 실증) 기계 설비의 소음 신호로부터 고장 여부를 판별하기 위한 학습모델 기반 솔루션 SW 구현(정확도 94%)하고, 현장 테스트베드(인천 지하철 역사 에스컬레이터 20기) 실증에 적용하여 서비스 운용 (2019.12~2020.04)
- (제조 물류) 가변 구조의 격자형 소테이션(Grid Sortation) 제조 물류 분야 멀티에이전트 강화학습 시뮬레이터 개발 및 SCI 논문 (Sensors, IF 3.031)



- 에너지/플랜트/헬스 도메인 인공지능 서비스를 위한 기계학습/딥러닝 예측정확도 및 성능향상 성과 달성
 - (에너지 효율화) Seq2Seq 기계학습 모델 기반 에너지 수요예측 오차 3.07%(WAPE) 성능 달성 및 강화학습기반 건물 에너지 절감 15.76% 달성
 - (플랜트 안전) 감시거리 5m에서 플랜트 배관의 미세누출을 외부 잡음이 배제된 환경 누출판별 평균 정확도 99% 달성, 외부잡음 고려한 환경에서 누출판별 평균 정확도 96.45%
 - (고령자 헬스) 실시간 수집 멀티모달 생체신호를 이용한 기계학습/딥러닝 기반의 뇌졸중 사전감지 및 예측 정확도 평균 98.05% 달성



기술수준 공인 성과

- KSB 연구결과물 기술가치 평가
 - KSB인공지능 엣지 플랫폼 기술 : 기술가치(27.04억원), 통상실시권가치 (3.38억원)
 - KSB인공지능 기계 고장진단 기술 : 기술가치(1.52억원), 통상실시권가치 (0.76억원)
 - 경량 인공지능 추론장치 기술 : 수익접근법(1.18억원), 로열티공제법 (1.46억원)
- 전이학습 및 교통속도 예측 딥러닝
 - Densely Distilled Flow-Based Knowledge Transfer in Teacher-Student Framework for Image Classification(IEEE Transactions on Image Processing, 2020) (SCI 상위 10%)
 - . 기존의 흐름 기반 방법에 비해 사전에 훈련 된 교사의 흐름 기반 정보 지식을 고려하여 지식 전달을 위해 낮은 수준의 세부 기능을 높은 수준의 추상화 된 기능으로 쉽게 변환
 - Predicting Short-Term Traffic Speed Using a Deep Neural Network to Accommodate Citywide Spatio-Temporal Correlations(IEEE Tran. on Intelligent Transportation Systems, 2020) (SCI 상위 10%)
 - . 실제 트래픽 네트워크의 토폴로지를 심층 신경망의 구조로 투영하여 도시 전체의 공간 상관과 시간적 종속성을 수용 할 수있는 트래픽 속도 예측 모델을 제안
- 건물 에너지 관리 및 부하 예측
 - Apartment-level electric vehicle charging coordination: peak load reduction and charging payment minimization(Energy and Buildings, 2020) (SCI 상위 10%)
 - . 아파트 단지에있는 대규모 EV 그룹을 효과적으로 조정하는 아파트 수준의 EV 충전 조정 시스템을 통해 아파트급 전력망을 보다 안정적으로 관리하는 방식 제안
 - Electricity load forecasting using advanced feature selection and optimal deep learning model for the variable refrigerant flow systems(Energy Reports, 2020) (SCI 상위 20%)

. 상태 정보 및 제어 신호에 따라 건물의 가변 냉매 흐름 시스템의 다단계 건물 부하를 예측하기 위한 LSTM 기반 seq2seq 모델을 제안

○ AI 기반 뇌졸중 분석 및 모니터링

- An Elderly Health Monitoring System Using Machine Learning and In-Depth Analysis Techniques on the NIH Stroke Scale(Mathematics, 2020) (SCI 상위 10%)

. NIHSS 기반으로 65 세 이상 노인의 뇌졸중 정도를 예측하고 심층 분석: 18 개의 스트로크 스케일 기능 중 13 개의 기능만을 사용하여보다 빠르고 정확한 서비스 지원을 제공

- AI-Based Stroke Disease Prediction System Using Real-Time Electromyography Signals(Applied Sciences, 2020) (SCI)

. 실시간 EMG 생체신호를 기반으로 머신러닝의 RandomForest 알고리즘과 딥러닝의 LSTM을 이용한 뇌졸중 감지 및 예측 시스템을 제시

4. 성과의 활용도 및 파급효과

경제 활성화 효과

기업 경쟁력 향상

○ (기술이전) 8.844 억원 (13개 기업)

- 보급형 KSB 인공지능 프레임워크 (3건/0.495 억원): 리드포인트시스템외 2개 기업
- KSB 인공지능 엣지 플랫폼 기술 (7건/4.455 억원): 현대오토에버외 6개 기업
- 경량 인공지능 추론장치 (2건/0.594 억원): 에이에스씨 외 1개 기업,
- 실시간 건강 모니터링 기술 (1건/3.3 억원): 세원인텔리전스
- 총 44개 참여기업으로부터 기술이전 의향서 확보

○ (KSB플랫폼 사업화 적용) 1건 (0.5억원 매출, 소프트웨어플랫폼)

○ (창업 및 연구소기업 기술출자)

- 창업: 1건 (세원인텔리전스, 박세진)
- 기술출자: 1건 (KSB 인공지능 엣지 플랫폼 기술) 통상실시권가치 3.38 억원

○ (참여기업 기술 사업화 지원 및 성과확산)

- KSB 세미나(8/25), 성과발표 세미나(10/21), KSB포럼 운영
- KSB 인공지능 플랫폼” 활용한 인공지능 공모전 개최(26개 팀 참가)
- 참여기업 사업화 및 기술지원 위한 KSB 인공지능 테스트베드 및 Lab 운영
- 뇌졸중 사전감지 시스템(Stroke SOS)을 CES2020(2020.1.7.~10., 미국 라스베이거스)에 출품하고 해외 기술상담 추진

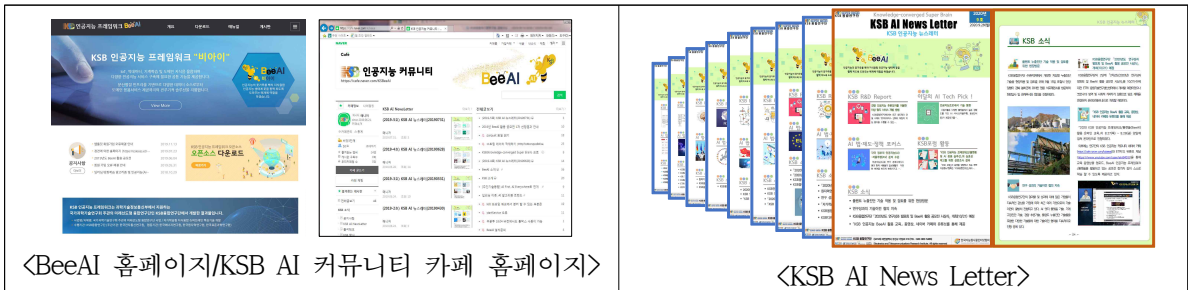
○ (KSB BeeAI 활용 현황)

- 국토교통부 기술개발 사업 “인공지능 기반의 미래교통운영 기반기술 개발 및 활용” 과제에서 KSB 인공지능 프레임워크(BeeAI) 기술을 활용 (과제수행 주관기관: 한국교통연구원)
- 산업부 “차세대 생명건강 생태계 조성사업” 과제에 KSB 인공지능 프레임워크 활용 (원주의료기기테크노밸리)
- 공모전 활용 14건(개인 8건, 기업/기관 6건)

- 대전시 상수도본부 활용 1건(시험)
- 참여기업 활용 : 17개 (3개 기업은 공모전 참여)
- (참여기업의 KSB 기술 활용 현황)
 - 상용화 2건, 시제품 3건, 시험/실증/시험서비스 8건, 연구개발 25건, 기타 1

산업 경쟁력 향상

- 많은 기업들이 KSB융합연구단사업에 참여기업으로 참여하여 KSB 인공지능 기술을 활용 및 연계 등을 통해 자체 인공지능 기술력 및 산업 경쟁력 향상
 - IoT 엣지 Device 분야, AI algorithm/model 분야, AI Platform 분야, 도메인별 AI System 분야, AI 응용 서비스 분야 등 총 44개 기업 참여
- 지속적인 KSB 인공지능 프레임워크 기능고도화 및 웹사이트를 통한 SW공개 및 정보제공으로 국내 인공지능 산업 경쟁력 확보 및 새로운 시장창출 기회 확보
 - “KSB 인공지능 커뮤니티” 카페(<https://cafe.naver.com/KSBeeAI>) 운영, “KSB 인공지능 프레임워크-비아이” 홈페이지(<https://csleoss.etri.re.kr/kor.do>) 등 운영, “KSB AI News Letter” 월간 배포 등



<BeeAI 홈페이지/KSB AI 커뮤니티 카페 홈페이지>

<KSB AI News Letter>

- KSB포럼 운영을 통해 연구성과 확산 및 인공지능 관련 기업 간 Win-win 협력네트워크 구축을 통한 인공지능 산업 활성화 기여
 - 사업화협력위원회(5개분과), 사용자협의회(2개 그룹), 법·제도위원회 등 3개 위원회에 총 166명, 44개 기업참여 및 활동
- 열악한 벤처기업 및 중소기업들이 개발한 AI 기술들을 시험 및 검증할 수 있는 “KSB AI 솔루션 테스트베드” 를 ETRI 융합기술연구생산센터에 구축함으로써 기술실용화 및 사업화를 가속화 할 수 있는 산업 경쟁력 강화

경제적 파급효과

- (시장 가치창출 효과 전망)
 - 본 연구성과가 적용되는 사업종료(2021년) 시점에 전 세계 시장 매출의 2%를 점유 가정 시, 총 1조 1,049억원 시장 창출 전망(출처: 전문기관 용역의뢰 결과, 2018)
 - 확보된 기술이 향후 관련분야에 대한 수익창출 또는 비용절감에 공헌하는 정도를 의미하

는 기술기여도는 **평균 약63.2%**에 달할 것으로 전망됨

기술개발 분야	IoT 엣지 컴퓨팅	KSB 인공지능 프레임워크/플랫폼	자율형분산 에너지 관리	플랜트 안전 진단	IoT 고령자 건강 (뇌졸중) 모니터링
1단계완료(1% 점유)	146 억원	716 억원	248 억원	992 억원	732억원
2단계완료(2% 점유)	732 억원	5,373 억원	792 억원	2,381 억원	1,771 억원
기술기여도	66.69 %	67.84 %	60.82 %	60.12 %	60.51 %

○ (국가/사회적 비용절감 효과 전망)

- 자기학습형 도메인 지식융합 인공지능 기술 확보로 미래사회 위협에 대한 분석/추론, 예측제어, 선제적 대응이 가능한 초연결 지능정보사회 조기구현으로 **국가·사회적 비용 절감** 기대
- (AI 플랫폼/시스템)오픈소스 AI 플랫폼 기반의 비즈니스 발굴(현) →사업화 생태계 구축(종료)
- (IoT 에지)엣지와 클라우드의 융합(현) → 안전 보안 위협탐지 등 변화 예측이 적용되는 생태계 확장(종료)
- (에너지+AD)IoT, 빅데이터, 인공지능을 융합한 최적화 시도(현) →국가 에너지 경쟁력 확보(종료)
- (플랜트+AD)기계학습기반 설비산업에 적용(현) →재난재해 지능적 관리로 안전 생활환경 보장(종료)
- (헬스+AI)개인 맞춤형 스마트 헬스케어로 진화 중(현) →국민 건강증진 및 의료비 절감 기여(종료)

국가·사회적 파급효과

○ 해결해야 할 국가·사회문제

- 급속한 산업화/도시화에 의한 재난재해, 고령화, 에너지 고갈 등을 해결하기 위해 막대한 비용이 소요되는 국가·사회적 문제 해결을 위한 국가차원의 대책
 - ※ 폭발적인 에너지 수요 증가로 인한 에너지 위기를 해결하기 위한 에너지 효율화 기술 확보 : 구역단위 건물 에너지 효율화를 통한 에너지 비용 15% 절감효과
 - ※ 각종 대형 플랜트 시설의 안전사고 및 인명피해에 대응하기 위한 플랜트 누출감지 기술 확보: 발전소 및 화학플랜트 미세누출 조기 탐지로 누출사고 사전예방 및 안정성 향상
 - ※ 급속한 고령화와 만성질환에 고통 받는 고령자 층을 위한 고령자 질환 모니터링 기술 확보: 고령자 사망률 2위인 뇌졸중 조기 대처로 대국민 건강 증진
- 기존 비즈니스 경계를 종·횡으로 가로지르면서 영역을 파괴하는 국가차원의 지능화된 지식융합 서비스 제공
 - ※ 현재까지는 사일로(Silo) 형태의 서비스 및 시스템 개발이 대다수를 차지함으로써 시스템의 반복적인 개발과 유지보수에 따른 비효율 문제 발생
 - ※ 인공지능(AI)·빅데이터·사물인터넷(IoT)·다양한 도메인 지식 융합을 통한 미래 국가·사회문제의 선제적 해결을 위한 지식융합 인공지능 공통 프레임워크/플랫폼 제공

○ 성과에서 개발된 기술적 솔루션

- KSB 클라우드형 인공지능 플랫폼 SW
- KSB E2C 보안연동 프로토타입 SW
- KSB 엣지형 경량 배포 패키지 SW
- IoT 디바이스용 기계학습 모델 생성/변환/배포 SW
- 지능형 엣지 디바이스 플랫폼 시제품 및 SW

- 기계 소음신호 기반 결합 여부 탐지 기계학습/딥러닝 학습모델 SW
- 건물에너지 최적관리를 위한 분석/예측 학습모델 SW
- 건물에너지 공조설비 고장진단 데이터 및 고장진단 SW
- 초음파 센서 기반 미세누출 검출 딥러닝 학습모델 SW
- 생체신호 기반의 기계학습/딥러닝 뇌졸중 사전감지 학습모델 SW
- 뇌졸중 관련(뇌부위, 뇌혈관, 뇌신경계, 뇌신경계의 연결 신체, 환자, 개인 건강검진, 생체신호) 통합 의학지식베이스

○ 국가·사회적 파급효과

- 「KSB 인공지능 프레임워크(BeeAI) 활용 공모전」 개최(2020.7월~10월)를 통한 국내 인공지능 산업 생태계 조기 조성 기여
 - ※ 2020년도 공모전에 **26개 팀/103명 참가**, 기업/기관부문, 개인일반부문에 개최, 최우수상(NST이사장상), 우수상(ETRI원장상), 장려상(지능형IoT협회장상) 등 총 14개 팀 시상



- 기재부 차세대예산회계시스템 구축 추진단 기술자문 및 과제 수행
 - ※ KSB 인공지능 프레임워크(BeeAI) 기반으로 국고잔액 예측, 재정추계 PoC 통해 지문
- KSB 인공지능 프레임워크(BeeAI) 사용자 교육을 통한 국내 AI 인력양성 기여
 - ※ 2020년도 공모전 참가자, 2단계 참여기업, 기술이전 업체 등 총 8회 교육 실시 및 인력양성
- 대전상수도사업/NIA 공공데이터분석사업/KOTI 공공데이터분석관련 BeeAI 기술자문 및 플랫폼 활용교육
- 세계최초 다양한 생체신호와 인공지능을 이용한 뇌졸중 사전감지 기술 확보로 사회적 문제로 대두되고 있는 고령자 사망률 2위인 뇌졸중 조기대처 가능
- 연구성과를 스마트 시티 구축 등을 위한 지식융합 인공지능 산업 생태계의 공통 플랫폼으로 활용 가능