

# ETRI AI 실행전략 1: 인공지능 핵심기술 선제적 확보

## ETRI AI Strategy #1: Proactively Securing AI Core Technologies

김성민 (S.M. Kim, songmin516@etri.re.kr)

지능화정책연구실 책임연구원/기술총괄

연승준 (S.J. Yeon, sjyeon@etri.re.kr)

지능화정책연구실 책임연구원/실장

### ABSTRACT

In this paper, we introduce ETRI AI Strategy #1, "Proactively Securing AI Core Technologies." The first goal of this strategy is to innovate artificial intelligence (AI) service technology to overcome the current limitations of AI technologies. Even though we saw a big jump in AI technology development recently due to the rise of deep learning (DL), DL still has technical limitations and problems. This paper introduces the four major parts of the advanced AI technologies that ETRI will secure to overcome the problems of DL and harmonize AI with the human world: post DL technology, human-AI collaboration technology, intelligence for autonomous things, and big data platform technology.

**KEYWORDS** post deep learning, Human-AI collaboration, intelligence for autonomous things, big data

## 1. 서론

### 1. 배경 및 필요성

2000년대 딥러닝의 발전으로 인공지능 기술 발전이 가속화되고 있다. 1950년 앨런 튜링이 기계가 지능을 가질 수 있다는 것을 증명한 이후 서서히 발전하다가, 머신러닝과 딥러닝이 발전하면서 시각지능, 언어지능 등 일부 영역에서 인간을 능가하

고, 2011년부터 서비스와 산업에 적용되기 시작하였다. 딥러닝 기술의 특성은 기존의 소프트웨어들과 달리 개발자에게 도메인 지식이 없어도 충분한 데이터만 있다면 문제를 해결하기 위한 정교한 솔루션을 만들 수 있다는 것이다. 기존의 소프트웨어는 프로그래머가 도메인 지식을 바탕으로 프로그램을 설계하고 파이썬, C++ 등의 컴퓨터 언어로 한 줄 한 줄 명령하여 구동시키는 방식인 반면, 딥

\* DOI: <https://doi.org/10.22648/ETRI.2020.J.350702>

\* 이 논문은 한국전자통신연구원 연구운영지원사업의 일환으로 수행되었음[20ZR1400, 국가지능화 기술정책 및 표준화 연구].

\* 이 논문은 ETRI 기술정책연구본부 주관으로 담당 부서와의 워크숍 및 전문가 심층회의 등을 통해 수립된 'ETRI AI 실행전략'의 동향분석을 중심으로 작성되었다. 이 논문을 쓸 수 있도록 도움을 주신 ETRI 인공지능연구소 담당자분들께 감사드립니다.



본 저작물은 공공누리 제4유형

출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.

©2020 한국전자통신연구원

러닝 기술은 데이터를 이용하여 주어진 문제를 풀기 위한 뉴럴 넷(Neural Net)의 입력변수와 가중치를 찾아내는 방식을 이용한다[1].

글로벌 IT 기업들이 선도적으로 인간의 능력을 증가하는 AI 기술을 자사 서비스에 적용하고 있으며, 국내에서도 디바이스, 가전, 금융, 의료 등 다양한 분야에 적용되고 있다. 페이스북은 사람이 사람의 얼굴을 인지하는 것보다 사람 얼굴을 더 잘 판별하는 수준의 이미지 인식 AI 기술을 개발하여 자사 SNS 서비스에 적용하고 있으며, 구글은 AI로 타사보다 월등한 성능의 검색, 번역, 개인비서 등의 서비스를 제공하고 있다.

그러나 딥러닝 기술에는 아직 한계가 많다. 딥러닝의 기술적 특성에 기인하여 데이터로부터 뉴럴 넷의 입력변수와 가중치를 찾아내야 하기 때문에 데이터에 대한 의존도가 높고, 대용량의 컴퓨팅 자원이 필요하며, 복잡성이 높다. 현실의 복잡한 문제일수록 많은 자원, 즉 많은 데이터와 컴퓨팅 자원의 투입이 필요하다[2]. 데이터 의존도가 높기 때문에 편향된 데이터나 적대적 데이터 입력 시 잘못된 모델이 도출될 수 있다. 또한 모델을 이해하기 어렵고 복잡성이 높아 결과에 대한 검증 및 설명이 어렵다.

특히 인간을 제대로 이해하며 안전하고 신뢰성 있는 AI 기술이 필요한데, 인공지능 기술이 많은 사람들에게 다양한 제품과 서비스로 안전하게 사용되기 위해서는 아직 넘어야 할 산이 많다. 따라서 딥러닝의 한계를 극복하고 인간에게 조화롭게 활용될 수 있는 인공지능 기술 개발과 함께 보다 적극적인 응용산업 발전을 위한 기술 개발이 필요하다. 자율주행차, 드론, 로봇 등으로 대표되는 “자율이동체”는 인공지능이 적용되면 가장 발전할 것으로 기대되는 분야이다. 단순히 정해진 규칙에 의해 임무를 수행하는 ‘무인이동체’에 ‘자율지능’이

적용되면 무인체 스스로 상황을 인지하고 판단하며 다른 자율체와 협력하는 수준으로 발전될 수 있으므로 이 분야에 대한 기술 개발이 주목받고 있다.

## 2. 그간의 ETRI AI 연구 성과

그간 ETRI는 인공지능 주요 분야에서 다양한 연구를 해왔다. 언어지능 분야에서는 다양한 텍스트 정보에서 지식을 습득하고 전문가 수준으로 지식을 서비스하는 엑소브레인 사업을 추진해왔다(2013년 4월~2023년 2월). ETRI 인공지능은 상식 수준의 지식 축적을 통해 장학퀴즈 우승자와 대회에서 우승을 차지하였으며(2016년), 국회도서관과 법원의 전문지식 서비스를 제공하고 있다.

음성지능 분야에서는 음성인식, 자동통번역, 영어교육, 콜센터 녹취인식 등 다양한 분야에서 음성을 인식하고 활용하는 사업을 추진하고 있다. 2018 평창 올림픽 시범 서비스 및 법무부 출입국 통번역 서비스에 적용되었고, 음성 중심의 회의록, 교육 등 서비스 분야에서 뛰어난 성능을 제공하여 2020 과학기술정보통신부 국가연구개발 우수성과 100선에 당선되었다.

시각지능 분야에서는 영상에서 다양한 사물과 사물의 행동을 인식하고 시각지능 분야의 다양한 서비스를 제공하는 딥뷰 사업을 추진 중이다(2014년 4월~2024년 2월). ETRI는 세계 최고 수준의 사물인식 대회 ILSVRC 2017에서 3위(DET 분야)를 달성(2017년)하였다. 사람의 관절 수준에서 움직임을 인식하는 기술로 불법 쓰레기 투기 행위를 감지하는 기술을 개발하였다.

지식공유 분야에서는 온톨로지 및 지식 그래프를 통해 다양한 선언적 지식을 생성하고 학습하는 연구가 진행 중에 있다(엑소브레인 사업, 2013년

4월~2023년 2월). 일상대화 수준을 넘어 변호사, 변리사 등 전문가와 의사소통이 가능한 수준으로 기술이 발전하고 있다. 경험추론 분야에서는 사람의 경험적 지식처럼 절차적 지식을 기억하고 추론하는 연구가 일부 추진 중에 있다. 또한 메모리 네트워크를 통해 기억하는 기능에 대한 기초적인 연구도 수행 중이다.

자율주행지능 분야에서 운전자 주행경험 모사 기반 일반 도로환경에서 인공지능으로 주행하는 자율주행 기술 개발 사업이 추진되고 있다(2017년 1월~2020년 12월). 일반 도심환경에서 자율주행 가능한 인공지능 기술 ‘딥 라이더(DeepRider)’가 개발되고 있으며, 카메라 및 라이더 다중 센서 인지 및 예측 딥 네트워크 연구가 추진되고 있다.

로봇지능 분야에서는 인간과 로봇이 공존하는 사회를 대비하기 위해 스스로 상황을 판단하여 지능적으로 행동하고 교감하는 인공지능 기반 로봇 지능 기술 연구가 진행 중이다(2017년 4월~). 인간-로봇 상호작용 및 로봇자율주행 핵심기술 중 일부는 이미 개발되어 국내외 수십여 개 기업이 활용 중이며, 휴먼케어 로봇지능(고령사회 대응)과 로봇 작업지능(노동환경 개선) 등이 연구되고 있다.

### 3. ETRI AI 연구 추진 방향

2030년까지 ETRI가 중점적으로 확보할 원천기술의 로드맵을 수립하고, AI 인프라와 x+AI 서비스 기술 경쟁력의 동반 상승을 도모하기 위한 연구 전략을 수립하였다. 이를 위해 주요국 AI R&D 계획 및 전문기관의 AI 기술전망을 분석하여 AI 유망 기술을 도출하고 ETRI의 주요 역할 및 기술력에 기반하여 ETRI AI 추진과제를 담은 ‘AI 기술로드맵’을 도출하였다[3,4]. 실행전략 1의 세부 추진과제들은 다른 실행전략들과의 전략적 역할 분담을

위해 TFT 및 관련 부서 협의를 통해 조율되어 다음의 4가지 기술 분야가 도출되었다.

- 1) 포스트 딥러닝 기술
- 2) 인간-AI 협업 기술
- 3) 자율체 지능 기술
- 4) 빅데이터 플랫폼 기술

Ⅱ장에서는 이 4가지 기술 분야에 대한 기술 개념 및 국내외 연구 동향을 살펴보고, Ⅲ장에서는 ETRI 추진과제에 대해 상세히 소개한다. Ⅳ장에서는 ETRI가 AI 기술을 어떻게 확보할 것인지 전략 방향을 소개하고자 한다.

## II. 기술 개념 및 연구 동향

### 1. 포스트 딥러닝 기술

#### 가. 개념 및 필요성

‘포스트 딥러닝 기술’이란 기존의 대용량 데이터 기반 지도학습형 딥러닝 기술의 한계를 넘어, 인간처럼 학습하고 인지하고 스스로 성장하는 범용적 차세대 AI 원천기술이다. 포스트 딥러닝 기술이 필요한 이유는 딥러닝의 발전은 일부 영역에서 인간보다 높은 성능을 내며 인공지능의 새로운 성장기를 일으켰으나, 아직 몇 가지 한계가 있기 때문이다. 첫째, 현실의 복잡한 문제를 풀기 위해서는 신경망의 구조가 복잡해지고 복잡한 신경망의 학습을 위해 많은 학습 데이터(Labeled Data)가 필요하다. 둘째, 일반화의 한계로 특정 문제를 위해 설계된 인공지능을 다른 분야에 적용하기 어렵다. 셋째, 인간처럼 일반 상식을 이해하기 어렵다. 이러한 한계를 극복하기 위해 기술 개발이 추진되고 있다.

#### 나. R&D 동향

미국은 DARPA 프로젝트를 중심으로 포스트 딥

러닝 인공지능 기술을 준비 중[4]이며, 딥러닝 강국인 캐나다도 차세대 인공지능 기술 개발에 착수하였다. DARPA는 지속적으로 학습하면서 새로운 상황에도 적용할 수 있는 ‘평생학습’ 기술 개발을 위해 L2M(Lifelong Learning Machines) 프로젝트를 추진하는 한편, 알렌연구소를 주축으로 18개월 유아 수준의 ‘상식추론’이 가능한 AI 인지모델 개발하는 MCS(Machine Common Sense) 프로젝트를 추진하고 있다.

일리노이대학은 이미지, 동영상, 음성, 언어 대화 등의 복합적인 지능을 포함하는 Visual QA를 위한 그래프 네트워크 구성을 연구하고 있다. 밀라연구소는 사람수준의 AI, 즉 일반인공지능(AGI) 연구를 추진하기 위한 사람수준의 비지도 학습 방법론, 자율적인 지식이해, 성장, 지식 표현 및 학습 방법론을 연구하고 있다.

대학, 기업, 국책연 등 다양한 국내 기관들에서 AI 연구가 활발해지고 있다. 최근 IITP가 산·학·연 AI 전문가들과 공동으로 마련한 국가 AI R&D 로드맵을 담은 ‘ICT R&D 기술로드맵 2025’ 발표(공청회)[5]를 보면, 정부에서 추진하는 인공지능 기술 개발은 2023년까지 (1) 깊이성장 AI 기술, (2) 범위성장 AI 기술, (3) 지속성장 AI 기술, (4) 신뢰성 있는 기술, (5) 소통하는 AI 기술, (6) 공감하는 AI 기술의 개발을 추진할 것으로 계획되었다. 이중 ETRI의 포스트 딥러닝 기술과 관련 있는 기술들의 세부 기술들을 보면 (1) 깊이성장 AI 기술을 위해 다중 태스크 확장용 범용 모델링을 위한 자기지도 학습기술, 자동최적화를 위한 메타학습 기술 등의 개발이 추진될 예정이다. (2) 범위성장 AI 기술을 위해서는 지식기반 추론 기술, 상식기반 추론 기술, 실세계 변화 적응 기술 등의 개발이 추진될 예정이다. (3) 지속성장 AI 기술을 위해서는 학습역량 진단 및 개선기술, 평생학습 기술 개발을 추

진할 예정이다[5].

## 2. 인간-AI 협업 기술

### 가. 개념 및 필요성

‘인간-AI 협업 기술’이란 인간과 AI가 서로 공존하기 위해 신뢰성 있고, 의사소통하며, 협업이 가능하게 하는 기술로 복합대화 및 신뢰성 확보 기술 등이 있다. 이러한 기술이 필요한 이유는 아직 불완전한 AI를 인간이 보완하고, 인간의 부족한 부분을 AI가 채워주며 함께 성장하는 인간과 기계 간 협업이 필요하기 때문이다. 이를 위해 다음의 세 가지 조건이 만족되어야 한다. 첫째, AI가 인간의 말과 행동을 이해하기 위해 시각, 청각 정보를 이해하고 대화의 맥락을 파악하는 복합적인 인터랙션이 필요하다. 둘째, AI가 복잡한 문제를 풀어야 할수록, 문제 자체의 위험성이 높을수록 인간이 인공지능을 신뢰하기 어려워지므로 신뢰성 확보를 위한 기술 개발이 필요하다. 셋째, 데이터가 편향될 경우 학습결과도 편향될 수 있고 적대적인 외부 공격에 노출될 경우 치명적인 타격을 입을 수 있으므로 데이터 오류에도 견고하고 믿을 수 있어야 한다[3].

### 나. R&D 방향

미국 AAI 지원하에 CCC가 개최한 미국 AI 기술 로드맵 워크숍(2019년 8월)[6]에서 (1) 복합지능(Integrated Intelligence), (2) 유의미한 상호작용(Meaningful Interaction), (3) 자기인식 학습의 세 가지 기술이 우선순위로 논의되었다.

(1) 복합지능을 위해서는 복합지능을 위한 과학, 맥락화된 인공지능, 개방형 지식 리포지토리의 세 가지 영역으로 논의되었다. (2) 유의미한 상호작용을 위해 멀티모달을 이용한 상호작용, 인

간의 의도를 파악하는 협력적 상호작용, 온라인에서의 인간 간 상호작용 지원, 신뢰할 수 있는 인공지능 개발의 네 가지 영역으로 논의되었다. (3) 자기인식 학습을 위해 표현적 프레젠테이션 학습<sup>1)</sup>, 신뢰할 수 있는 학습, 내구성 있는 기계학습 시스템, 인공지능과 로봇 시스템의 통합이 논의되었다[6].

캐나다 밀라연구소에서는 세상과의 상호작용을 통해 문제를 해결하는 Human-Level AI 기술 개발에 착수하였다. 주된 내용은 (1) 보다 자율적이고 근본적인 인과관계에 대해 정확히 표현할 수 있는 인간 수준의 비지도 학습 방법론에 대한 연구, (2) 세계 지식 및 상식에 기반하는 실질적인 언어 이해를 위한 자율적으로 지식을 발견, 이해, 성장하는 대규모 지식 표현 및 학습 방법론 연구 등이 있다.

IITP가 발표(공청회)한 'ICT R&D 기술로드맵 2025'[5]에서는 인간-AI 협업 관련 기술은 '소통하는 AI 기술'과 '공감하는 AI 기술', '신뢰성 있는 기술'이 해당된다. (1) 소통하는 AI 기술을 위해 인간-AI 단일감각 상호작용 기술, 인간-AI 복합대화 상호작용 기술, AI-AI 간 상호작용 기술 등의 개발을 추진한다. (2) 공감하는 AI 기술 확보를 위해 다중감각 인지 기반 상황이해 기술, 정서적 교감을 위한 감성 인지 및 표현 기술, 사회적 상황인지 기반 절차적 행위 학습 및 실행 로봇 기술 개발을 추진할 계획이다. (3) 신뢰성 있는 AI 기술 개발을 위해 기초과학 및 전문분야 연구 개발을 위한 설명가능한 AI 기술, 인공지능 서비스에 필요한 공정한 AI 기술, 인공지능 기술 안정화를 위한 견고한 AI 기술 등의 개발을 추진한다[5].

1) 기계가 다루는 숫자적 표현과 기호적 표현을 결합해서 인간이 해석하기 쉬운 시스템 기술

### 3. 자율체 지능 기술

#### 가. 개념 및 필요성

'자율체 지능 기술'이란 복잡한 인간 사회에서 자율차, 드론, 로봇 등 다양한 자율체 시스템들이 조화롭게 공존하기 위한 자율체의 지능을 개발하는 AI 응용기술로 '진화형 자율지능'과 '협업형 자율지능'으로 구성된다. 이러한 기술이 필요한 이유는 자율차, 드론, 로봇 등 자율체가 급속히 발전하고 니즈가 높아짐에 따라 언어 지능, 음성 지능 등의 개별 지능을 넘어 자율체 구현을 위해 특화된 지능 기술에 대한 수요가 증대하고 있기 때문이다. 예를 들어 실제 도로에서의 자율주행을 위해서는 주어진 교통환경이나 미리 학습된 규칙을 기반으로 이동하는 수준을 넘어, 돌발 상황에 대처할 수 있는 복합적인 지능이 필요하다. 또한 자율차, 드론, 로봇 등의 자율체가 개별 단위별로 학습하고 지능을 확보하기보다는 클라우드나 다른 자율체로부터 학습 결과를 전달받아 자율체 기계들 간의 집단 지성을 구현하는 기술 등이 필요하다[3].

#### 나. R&D 방향

자율차 분야에서는 환경 및 공간 등의 제한조건이 없는 완전자율주행 기술 개발을 위해 야간 및 악천후 환경과 극혼잡 상황에서의 강인한 자율주행 기술이 개발되고 있다. 구글 웨이모를 비롯한 글로벌 기업들은 악천후 환경에서의 자율주행 기술 확보를 위해 야간 악천후 환경(허리케인 시즌의 플로리다 등) 학습 데이터를 수집하고, CycleGAN, 전이학습, 도메인 적응 기법, 빗줄기/빗방울 제거 등의 딥러닝 기술 개발을 진행 중이다. 또한 극혼잡 상황에서의 자율주행을 위한 강화학습 기반의 인공지능 딥 네트워크 기술 연구를 진행 중이다.

자율차 분야에서는 클라우드 AI 학습 및 ICT 용



합 기술로 분산협력 플랫폼에 기반한 연결형 자율주행 서비스 구현을 위한 R&D가 추진되고 있다 [6]. 세부 추진방향으로는 첫째, 차량 단독 센서를 중심으로 제한적인 주행정보를 공유하는 차량 단독 자율주행 기술에서 클라우드-엣지-차량을 연계하는 분산협력 플랫폼 기반 자율주행으로 발전되고 있다. 둘째, 사전에 정의된 규칙을 수행하는 제한적인 자율주행 기능 구현에서 위험 상황을 예측하고, 인지하고, 판단하여 대응이 가능한 AI 알고리즘 기반 고도화가 추진된다. 셋째, 주행데이터, 핵심기술, 서비스 등을 독립적/폐쇄적으로 운영하는 현재의 운영체제에서 안정성과 신뢰성을 갖춘 개방형 플랫폼 기술이 개발된다[7].

드론 분야에서는 드론이 미지의 환경에서 스스로 비행하며 임무를 수행하기 위해서는 GPS 신호, 영상 및 음성 정보, 미션 수행에 필요한 정보 처리 능력이 필요하며, 특히 한정된 하드웨어 자원으로 타 기기와 실시간 통신능력이 필요하다[9]. 이를 위해서는 드론이 자신의 위치를 스스로 인식할 수 있는 위치추정기술과 장애물을 인식하고 회피하기 위한 경로 생성기술이 필요하다. 또 지상의 로봇에 비해 빠른 속도로 이동 중에 장애물 탐지 및 경로 생성이 필요하며, 재난현장을 스스로 탐색하거나 다수의 드론과 협업하는 등 다양한 목적 수행을 위한 기술 개발이 필요하다.

로봇 분야에서 정부·민간 주도로 클라우드 기반 커넥티드 로봇 플랫폼을 개발하고 있으며, 일부는 제한된 기능 구현이 가능한 형태로 서비스를 개시하고 있다. 아마존은 클라우드 기반으로 지능형 로봇 서비스 앱을 개발·테스트·배포할 수 있는 AWS RoboMaker 서비스를 개시(2018년 11월~)하였으며, 구글은 자사 모든 데이터 관리 및 AI 기능에 접근이 가능한 로봇 앱 개발 서비스 구글 클라우드 로보틱스 플랫폼을 개발하고 있다. EU는 정

부 주도 프로젝트로 로봇 제작 후 클라우드를 통해 유연하고 개량된 로봇 서비스를 제공할 수 있는 기술 개발(RoboEarth, KnowRob 프로젝트 등)을 추진하였으며, 후속 연구 및 상용화를 위한 스핀 오프가 진행되고 있다. 중국 CloudMinds는 클라우드에서 로봇의 지능을 증강하는 것을 목표로 HARIX 플랫폼을 개발하였으나 완전 자동화된 개념은 아니며 사람의 관리하에 로봇의 지능을 증강하는 구조다. 일본 Softbank는 소셜 로봇 페퍼(Pepper)와 공공 청소로봇 위즈(Whiz)에 대해 실증 및 상용화하고 있다. 장기적으로는 완전 자동화된 클라우드 기반 로봇 증강 연구가 추진되고 있다.

제조 로봇 및 4대 서비스 로봇(물류, 돌봄, 웨어러블, 의료)의 지능화를 위해 클라우드 로봇 복합 인공지능 핵심기술과 및 지능정보 로봇 융합서비스 기술 개발이 추진되고 있다[8]. 5G의 실시간, 초연결 특성을 활용하여 다수 로봇을 원격으로 제어하고, 학습을 통해 지능을 고도화하는 클라우드 기반 로봇 복합 인공지능 기술이 개발된다.

## 4. 데이터 플랫폼 기술

### 가. 개념 및 필요성

‘빅데이터 플랫폼 기술’이란 엣지 디바이스에서 AI 수요, 데이터 3법에 따른 데이터 이용 환경 변화 등 변화한 데이터 기술에 대한 요구사항을 반영하기 위한 빅데이터 분석 기술이다. 빅데이터 분석의 경량화와 협업을 위한 기술 수요가 증대되면서, 이 분야의 기술 개발 필요성이 높아지고 있다. 특히 엣지 AI를 넘어 Tiny AI로 트렌드가 급속히 발전하면서 소형 단말에도 탑재 가능한 빅데이터 분석 모델의 경량화 기술에 대한 필요성이 증가되고 있다. 또한 목적에 따라 필요한 데이터를 정확하게 구분하고 가장 적합한 분석 모델을 활용하는 등의 방법

을 통해 데이터 분석 및 학습의 효율을 높이고자 하는 니즈도 높아지고 있다.

**나. R&D 방향**

빅데이터 분석에서 데이터의 질이 중요해지면서 AI 기술을 활용하는 데이터 분석의 지능화가 급진전되고 있다. 한편, 2018년 5월부터 시행된 유럽의 GDPR은 개인정보를 보호하는 동시에, 개인정보를 활용하고 분석할 수 있는 법적 기반을 마련하여 개인 데이터 활용이 증가되고 있다. 안전한 개인 데이터의 활용을 위해 개인 데이터를 전송하지 않고 분석하는 연합학습이나 디지털 데이터의 조작이 불가능한 블록체인 기반 데이터 분석 기술처럼 보안을 중요시하는 기술이 주목 받고 있다. 또한 2025년에 175제타바이트로 증가한 데이터 중 80%가 엡지 데이터일 것으로 예상되고 EU에서는 이런 변화가 소수 대기업에 집중된 데이터의 분산화를 가져와 빅데이터 기술의 새로운 동력으로 작용할 것으로 예측되면서 엡지 데이터 분석 기술이 발전될 전망이다.

국내에서도 초기 데이터 처리의 고속화 중심 발전 양상에서 벗어나 AI 기술과 결합해 데이터 분석 기법이 더욱 지능화되고 효율화될 전망이다. 5G, IoT, 엡지 컴퓨팅 등이 발전하는 초연결 기술이 확대되면서 다양한 종류의 대량의 데이터가 실시간으로 연계되어 분석될 수 있게 하기 위한 실시간 데이터 분석 기술이 주목받고 있다. 또한 지능화와 초연결화에 힘입어 더 많은 산업에서 누구나 양질의 데이터를 쉽게 분석하고 활용할 수 있도록 데이터 분석 기법이 대중화될 전망이다.

IITP에서 발표한 ‘ICT R&D 기술로드맵 2025’[5]에서는 2023년까지 인공지능 학습데이터 관리 및 분석기술, 프라이버시 보호 빅데이터 기술, 실시간 엡지 데이터 분석 처리 기술, 사회문제해결형

빅데이터 응용기술 등을 개발할 것으로 발표하였다.

**III. ETRI 추진과제**

**1. 포스트 딥러닝 기술 개발**

ETRI에서 추진하는 ‘포스트 딥러닝’ 기술은 협소하고 제한된 AI 기술에서, 복합적으로 사고하고 추론하고 성장하며 그 결과를 설명할 수 있는 범용적 AI 기술로 발전시키기 위한 기술이다. ETRI 포스트 딥러닝의 세부 핵심 기술로는 (1) 학습기술, (2) 복합지능, (3) 추론형 문제해결, (4) 지속 성장형 기술이 포함된다.

- 학습기술: ‘준지도/비지도 학습’을 위한 기술로 대용량 데이터 기반 지도학습의 한계를 극복하기 위해 인간처럼 소량의 데이터로 학습이 가능하게 하는 인간 모사형 데이터 학습법이다.
- 복합지능: 기술은 단일지능에서 언어, 청각, 시각 등 다중 입력 정보로부터 인지, 사고, 판단하는 종합적인 지능이다.
- 추론형 문제해결 지능: 학습되지 않은 예상치 못한 문제에 대해 일반상식 기반의 추론으로 문제를 해결하는 지능이다.
- 지속 성장형 지능: 시간적으로 변화하는 상황

**표 1 포스트 딥러닝 기술 개발 방향**

	AS-IS	To-Be
데이터 학습법	• 대량의 학습데이터, 지도 학습	• 준지도/비지도 학습 • 소량의 학습데이터
지능 복합도	• 개별 지능	• 복합지능
추론 방식	• 통계 기반 예측	• 추론형 문제해결
변화 적응	• 공간적, 시간적 변화 적응 어려움	• 지속적으로 적응 성장

출처 ETRI 인공지능연구소, “AI 기술로드맵,” 2020. 4.

에 대해 스스로 적응하고 성장하는 지능이다.

## 2. 인간-AI 협업 기술 개발

ETRI에서 추진하는 ‘인간-AI 협업’ 기술은 AI가 복합 모달리티로 발전하고 인간의 감성을 이해하면서 인간과 교감이 가능해지고, 판단의 근거를 제시하고 외부공격에 강해져 신뢰성을 확보할 수 있는 기술이다.

이를 위한 세부 핵심기술은 (1) 복합 Conversational AI, (2) 교감형 의사소통 기술, (3) 신뢰성 있는 AI, (4) 개별지능 고도화 등이다.

- 복합 Conversational AI 기술: 사람처럼 보고, 듣고, 읽고 복합 정보를 종합적으로 인지하는 복합 모달리티 기반의 의사소통 기능이다.
- 교감형 의사소통 기술: 사실 위주의 정보전달의 인터랙션을 넘어 사용자의 감성을 고려한 교감형 의사소통 기술이다.
- 신뢰성 있는 AI 기술: 편향되지 않고 공정하며, 오작용 및 적대적 외부 공격에 강인하며, 예측 결과에 대해 판단근거를 제시하여 설득력 있고 믿을만하며 설명이 가능한 AI 기술이다.

표 2 인간-AI 협업 기술 개발 방향

	AS-IS	To-Be
지능 고도화	• 음성인식, 질의응답, 영상이해	• 다중화자 청각지능, 의사 결정지원, 변이된 사물의 인식 등 개별 지능 고도화
모달리티	• 언어, 청각, 시각 등 개별 단일 모달리티	• 복합 모달리티
AI 신뢰확보	• 블랙박스형이며 데이터 종속적	• 설명 가능한 외부 공격이나 잘못된 데이터에도 공정성 유지
교감형	• 정보전달 인터랙션	• 감성 기반의 교감형 인터랙션

출처 ETRI 인공지능연구소, “AI 기술로드맵,” 2020. 4.

- 개별지능 고도화: 다중화자 청각지능, 의사 결정지원, 변이된 사물의 인식 기술 등 청각, 언어, 시각 지능을 고도화하는 기술이다.

## 3. 자율체 지능 기술 개발

ETRI는 자율차, 드론, 로봇 등의 자율체가 스스로 상황을 판단하고 안전하게 동작하고 임무를 수행할 수 있게 하는 자율체 지능 기술 개발을 추진한다. 이를 위한 기술은 크게 (1) 진화형 자율지능과 (2) 협업형 자율지능으로 나뉜다.

- 진화형 자율지능: 단독지능 기반 제한 반복 서비스에서 복합센서의 융합 인지를 기반으로 변화된 상황에 적응하는 진화형 자율 지

표 3 자율체 지능기술 개발 방향

	AS-IS	To-Be
모션 컨트롤	• 사전 정의된 작업 수행	• 작업 환경 변화에 대응하는 로봇 제어
	• 5G 기반 실시간 원격제어	• 클라우드/엣지 기반 협업형 지능 탑재의 실내외 주행 및 차량 중형 모션 제어
사물 및 사건 감지와 대응	• Camera 기반 단편적 서비스를 위한 사실 인식	• 사건의 흐름과 전후 관계 및 상황 이해 • 휴먼 반응 인지 후 유연한 대응
	• 로봇 자체 센서 기반 단편적 사실 인식	• 클라우드 지능 기반 엣지-차량 협업 인지
최소 위험 대비책	• 사전 정의된 작업, 사용자 명령 수행	• 환경 및 상황변화에 반응하여 스스로 동작
	• 관제센터 이용 오류 모니터링 정보 구축	• 협업지능으로 원격/로컬 오류 대응
서비스 운용 조건	• 특화된 정책에 따라 고정된 서비스 수행	• 불확실한 지도기반 실내외 이동 가이드 AI
	• 클라우드 기반 연결형 로봇 PoC 수준	• 상황·환경 변화에 적응하는 소셜협업 로봇 • 자율주행 4단계의 도심지 내 협업 자율주행
온라인 업데이트	• 수동 SW업그레이드	• 실환경 학습용 데이터의 클라우드 업로더
	• MPEG/WAVE 기반 실시간 교통정보 수준	• 5G 기반 클라우드-엣지-차량 간 지능 공유 플랫폼

출처 ETRI 인공지능연구소, “AI 기술로드맵,” 2020. 4. 기반 재정리



능 기술이다. 세부 기술로는 약지도 학습기술, 인터랙티브 자기지도 학습, 멀티모달 상황·의도 이해 AI, 복합센서 환경인지기술, 비상상황 대응기술 등이 이에 속한다.

- 협업형 자율지능은 클라우드 기반 지능 증강, 상황·환경 변화에 지속 적응, 클라우드-엣지와 로봇-자동차 간 커넥티드 지능 공유 기술 등이 이에 속한다.

#### 4. 데이터 플랫폼 기술 개발

ETRI는 클라우드 기반의 중앙 집중식 자원에 의존하는 빅데이터 분석에서 다수의 소형 AI 간 협업을 위한 (1) 빅데이터 플랫폼 기술 개발을 추진하는 한편, 안전하고 공정한 데이터 활용을 위한 (2) 안전한 데이터 활용 기술 개발을 추진하고 있다.

- 빅데이터 플랫폼 기술: 세부 핵심기술로는 AI 경량화 기술: 소형 단말에도 탑재 가능한 복합 데이터 분석 모델의 경량화 기술, 협업 분석 AI: 분석모델을 단말 간 또는 AI 객체 간 협업으로 스스로 학습하고 공유할 수 있는 기술, 분석 자동화: AI 스스로 분석방법(모델)을 결정하고 복합 데이터를 적시에 처리할 수 있도록 자동화하는 기술이 있다.
- 안전한 데이터 활용 기술: 세부 기술로는 데

이터 결합·유통·처리 기술: 목적에 따른 데이터를 탐색한 후 이를 취합하지 않고 연계, 분산 분석이 가능하도록 하는 AI 기반 기술, 마이데이터 기술: 의료 관련 데이터나 모바일 데이터를 목적에 맞게 비식별화하여 결합 사용할 수 있는 기반 플랫폼 기술, 데이터 검증기술: 데이터의 공정성을 확보하기 위한 통계적, 기술적 방법과 그것을 검증하기 위한 기술 등이 있다.

#### IV. 결론

ETRI는 AI 선도국을 추격하기 위한 AI 핵심기술을 확보하기 위해 다음의 네 가지 전략을 추진한다.

첫째, 그간의 연구역량을 기반으로 포스트 딥러닝 기술과 인간-AI 협업 기술의 원천기술을 확보하고 이를 응용하여 자율체 지능 기술을 개발하여 시너지를 극대화한다.

둘째, 원천기술의 조기 확보를 위해 해외 선도국과 협업한다. 캐나다 밀라연구소와 Human Level AI에 대한 공동연구를 통해 자율성장형 복합지능 기술과 인간-AI 신뢰를 위한 핵심 기술을 확보한다. 구체적으로 밀라연구소와 파트너십을 맺고, 연구원 파견을 통한 인력 양성, 인적 네트워크 확보, 공동과제 수주 등을 추진한다.

셋째, ICT 종합연구소 ETRI 내 기술 간 시너지를 강화한다. ETRI는 AI 빅데이터 테스트용 고성능 컴퓨팅, 엣지 AI를 위한 지능형 반도체 등의 기술을 조직 내에 보유하고 있어 초지능+초성능+ICT 기술 시너지 확보에 매우 유리하다. AI 알고리즘, 반도체, 빅데이터 및 관련 ICT 기술에 대한 연구를 모두 수행하고 있는 종합연구기관으로서의 역량을 집결하여 시너지를 강화한다.

넷째, 생태계 협력을 통해 현실의 복잡한 문제

표 4 데이터 분석 기술 발전 방향

	AS-IS	To-Be
활용 자원	• 대용량 서버 중심의 활용	• 다수의 소형기기 간 협업을 통한 자원 활용
분석 방법	• 도메인 전문가가 분석 모델 구축	• 기계가 데이터 특성과 문제의 특성을 인지하여 자동으로 분석 모델 추천
데이터 범위	• 공개된 데이터	• 마이 데이터, 다크데이터(비정형/비활용 데이터)

출처 ETRI 인공지능연구소, "AI 기술로드맵," 2020. 4.

를 해결할 수 있는 ‘문제해결형 AI’를 개발한다. 기업이 현장의 문제를 제시하면, 학계와 ETRI가 이를 해결하기 위한 기술 개발을 추진한다. ‘AI One Team’으로 KT, 현대중공업지주가 산업 현장에서 다양한 경험과 문제를 제기하고, KAIST, 한양대, ETRI가 AI 연구개발 역량을 바탕으로 문제 해결을 위한 새로운 기술 개발을 추진한다.

**용어해설**

**AGI(Artificial General Intelligence)** 일반인공지능으로 인간이 할 수 있는 어떠한 지적인 업무도 해낼 수 있는 기계의 지능으로 인공지능 연구의 주요 목표임

**Visual QA** 이미지나 동영상에 대한 질문에 대한 답을 할 수 있게 하는 기술

**AI One Team** KT, KAIST, 한양대, 현대중공업지주, ETRI가 AI 오픈 생태계 조성을 위해 결성한 팀

**약어 정리**

AAAI            Association for the Advancement of Artificial Intelligence

CCC             Computing Community Consortium  
 DARPA          Defense Advanced Research Projects Agency

**참고문헌**

- [1] 안드레이 카페시, “소프트웨어 2.0,” 깃허브 블로그, 2020년 7월. <https://gist.github.com/haje01/d2518ea998ab2de102b072fed600c0a4>
- [2] 추형석, “AI의 산업적 활용을 위한 도전 과제와 기술적 대응 방향,” KISDI AI Outlook, vol. 1, 2020. 5. 15.
- [3] ETRI 인공지능연구소, “AI 기술로드맵,” 2020. 4.
- [4] 민욱기 외, “ATL 1.0: 인공지능 기술 수준 정의,” 전자통신동향분석, 35권 3호, 2020, pp. 1-8.
- [5] IITP, “ICT R&D 기술로드맵 2025 온라인 공청회: 인공지능과 빅데이터,” 동영상 자료 재구성. [https://www.youtube.com/watch?v=\\_XR7kJO-6xI](https://www.youtube.com/watch?v=_XR7kJO-6xI). (2020. 8. 21. 접속)
- [6] CCC&AAAI, “A 20-Year Community Roadmap for Artificial Intelligence Research in the US,” 2019. 8.
- [7] IITP, “ICT R&D 기술로드맵 2025 온라인 공청회: 자율차,” 동영상 자료 재구성. <https://www.youtube.com/watch?v=IW9cN-6-7PY> (2020. 8. 21. 접속)
- [8] 관계부처 합동, “2020년 지능형 로봇 실행계획,” 2020. 4.
- [9] 이현범, “자율비행 드론 기술 동향,” 제어로봇시스템학회지, 2019. 12.