

인공지능과 블록체인 융합 동향 및 정책 개선방안*

양 희 태**

요약

인공지능과 블록체인은 4차산업혁명을 이끌어 갈 핵심기술로 각광을 받으며 발전하고 있다. 그러나 아직까지 인공지능은 데이터 확보 및 검증, 결과값에 대한 근거 설명 등에서 한계를 보이고 있고 블록체인 역시 과도한 에너지 소모, 데이터 관리의 유연성 부족 등이 확산을 저해하는 단점으로 꼽히고 있다. 이에 본 연구는 상호보완적인 성격을 지닌 인공지능과 블록체인의 기술 및 산업 동향과 한계점, 그리고 이를 극복하기 위한 기술융합 방안을 분석하고 정책 개선방안을 제시하였다. 구체적으로 혁신정책 관점을 적용해 연구개발(R&D) 강화 측면에서 1) 국가 차원의 중장기 인공지능/블록체인 융합 연구 추진, 2) 블록체인 기반 인공지능 데이터 플랫폼 구축, 혁신 생태계 조성 측면에서 3) 산업별 인공지능/블록체인 융합 응용 발굴 지원, 4) 인공지능/블록체인 융합 비즈니스 모델 개발 스타트업 지원, 법제도 개선 측면에서 5) 규제 샌드박스 확대 적용, 6) 개인정보보호 관련 규제 정비를 제안하였다.

주제어 : 인공지능, 블록체인, 융합기술, 혁신정책, 국가전략

Artificial Intelligence and Blockchain Convergence Trend and Policy Improvement Plan*

Yang, Hee-Tae**

Abstract

Artificial intelligence(AI) and blockchain are developing as the core technology leading the Fourth Industrial Revolution. However, AI is still showing limitations in securing and verifying data and explaining the evidence for the results, and blockchain also has some drawbacks such as excessive energy consumption and lack of flexibility in data management. This study analyzed technological limitations of AI and blockchain and convergence trends to overcome them, and finally suggested ways to improve Korea's related policies. Specifically, in terms of R&D reinforcement, we proposed 1) mid- and long-term AI /blockchain convergence research at the national level and 2) blockchain-based AI data platform development. In terms of creating an innovative ecosystem, we also suggested 3) development of AI/blockchain convergence applications by industry, and 4) Start-up support for developing AI/blockchain convergence business models. Lastly, in terms of improving the legal system, we insisted that 5) widening the application of regulatory sandboxes and 6) improving regulations related to privacy protection is necessary.

Keywords : artificial intelligence, blockchain, convergence technology, innovation policy, national strategy

Received Feb 17, 2020; Revised Mar 13, 2020; Accepted Mar 19, 2020

* This research was supported by No.201901740001 (project number) of Handong Global University Research Grants

** Professor, Handong Global University (htyang@handong.edu)

I. 서론

2016년 3월 구글 딥마인드(Deepmind)가 개발한 알파고(AlphaGo)의 바둑 대전 승리는 인공지능(Artificial Intelligence, AI)이 인간을 뛰어넘을 수 있다는 인식을 사람들에게 심어주기에 충분한 사건이었다. 이미 2000년대 중반 인공신경망(Artificial Neural Network, ANN)이 딥러닝(Deep Learning)을 통해 재부상하면서 학계와 산업계의 관련 연구 및 투자는 확대되고 있었으나, 알파고 이후 일반 대중들도 인공지능에 보다 쉽게 다가갈 수 있게 된 것이다. 이후 많은 국내외 기업들이 다양한 인공지능 기반 제품 및 서비스를 출시하며 우리의 일상을 근본적으로 변화시키고 있다. 집, 사무실, 차량 내 또는 이동 중에 스마트폰을 비롯한 각종 기기를 이용해 음성으로 정보검색 및 원격 기기 제어를 할 수 있게 되었고, 인공지능 기반 다국어 번역 서비스를 통해 전문 번역가 및 기관의 도움 없이 쉽고 빠른 번역이 가능해졌다. 유통산업에서는 고객의 검색 및 구매 정보를 분석해 개인화된 맞춤형 쇼핑 정보를 제공하는 서비스도 일반화되었다. 제조업에서는 인공지능 기반 컴퓨터 비전 기술을 부품 불량 검사에 활용하거나 기기에 센서를 부착해 실시간으로 상태를 모니터링하는 등 운영 최적화를 통한 스마트 팩토리 구현을 본격화하고 있다. 나아가 우리나라를 비롯해 미국, 중국, 일본, 유럽 등 주요국 정부들은 앞다투어 교통, 환경, 주거 문제 등이 해결된 스마트시티 건립을 추진 중인데, 역시 인공지능이 핵심 범용기술로 자리 잡고 있다.

인공지능과 비슷한 시기에 우리 사회를 강타한 기술은 바로 블록체인(Blockchain)이다. 블록체인 기반의 첫 암호화폐(Cryptocurrency)인 비트코인(Bitcoin)은 기존 화폐를 대체할 새로운 수단으로 큰 관심을 받았고 새로운 투자대상으로 급부상하였다. 그러나 이후 암호화폐의 가격 폭락과 우리나라와 중국 등의 규제 움직임이 본격화되면서 관련 업계는 블록체인을 제품 및 서비스 혁신의 도구로 활용하기 위해 노력하고 있

다. 일반적으로 블록체인은 각종 거래 정보를 암호화하여 P2P 네트워크 구성원이 공유하는 분산 디지털 원장(Distributed Digital Ledger)으로 정의된다. 구성원을 통해 모든 거래의 유효성 검증이 이루어지기 때문에 기존 중개기관 중심의 거래 행태에 변혁을 가져올 수 있고, 모든 거래 정보가 암호화되어 분산 저장되기 때문에 위변조가 어려워지고 투명성도 크게 강화된다. 이에 현재 블록체인은 초기 암호화폐를 필두로 했던 금융 산업을 넘어 유통·물류, 의료, 에너지, 공공 서비스 등에 활용되기 시작했으며 테크기업들도 관련 솔루션 개발에 박차를 가하고 있다.

2016년 1월 다보스 포럼에서 클라우스 슈밥(Klaus Schwab)에 의해 처음 제시된 4차산업혁명(4차산업혁명)은 3차산업혁명부터 진행된 디지털 전환(Digital Transformation)의 심화 과정으로 볼 수 있고(Kim, et al., 2017), 이를 추동하는 대표적인 기술 동인이 바로 인공지능과 블록체인이다. 클라우드 슈밥은 저서인 4차산업혁명론에서 기술 동인을 크게 물리적 기술, 바이오 기술, 디지털 기술로 구분했는데 12가지 디지털 기술들 중에 “인공지능과 기계학습”, “블록체인과 비트코인”이 포함되어 있다(Schwab, 2016). Kim, et al.(2017)은 4차산업혁명과 관련된 기존 국내외 문헌들을 광범위하게 분석해 기술 동인을 재정리했는데 상호 연결되어 범용적으로 활용되는 5대 핵심기술 중 하나로 인공지능을 언급하였고, 상대적으로 적용범위가 한정적이지만 요소 기술로서 기술적 가능성을 조망해야 하는 주변기술 중 하나로 블록체인을 포함시켰다.

이렇듯 인공지능과 블록체인이 4차산업혁명 시대를 이끌어 갈 핵심기술로 기대를 받고 있음에도 불구하고 극복해야 할 한계점 역시 드러나고 있다. 예를 들어 인공지능 분야에서는 뛰어난 성능을 보여주는 딥러닝의 결과값에 대한 근거를 인간이 이해할 수 없는 블랙박스 문제가 해결되지 못하고 있고, 자율살상무기 개발이나 해킹 등 범죄에 오용되는 사례도 증가하고 있다. 블록체인의 경우 기존의 중앙 집중형 시스템 대비 느린 속도와 과도한 에너지 소모, 거래 데이터 오류 발생 시 수

정 및 삭제의 어려움, 네트워크 외부에서 가져오는 정보와 그 정보를 전달하는 중간자에 대한 신뢰성 문제 등이 킬러 어플리케이션 발굴에 걸림돌이 되고 있다.

이러한 인공지능과 블록체인의 기술적 한계를 극복하기 위한 융합 방안에 대한 연구가 최근 들어 본격화되고 있다. 예를 들어 Choi, et al.(2018)는 딥러닝과 블록체인 관련 주요 쟁점을 기술/공급 측면과 사회/수요 측면으로 구분해 분석하기도 하였다. 그러나 아직까지 혁신정책 및 국가전략 차원에서 인공지능과 블록체인의 기술 융합 방안이 논의된 연구는 부족하다. 이에 본 연구에서는 인공지능과 블록체인의 기술적 한계를 극복하기 위한 융합 동향을 살펴보고 이를 효과적으로 지원하기 위한 정책 방안을 제시하고자 한다. 구체적으로, II장과 III장에서는 각각 인공지능과 블록체인의 기술 및 산업 동향을 살펴보고, IV장에서는 인공지능의 블록체인 활용(Blockchain for AI)와 블록체인의 인공지능 활용(AI for Blockchain)을 구분해 분석하고 시사점을 도출하고자 한다. 그리고 V장에서는 인공지능과 블록체인과 관련된 우리나라 주요 정책을 살펴보고 두 기술의 융합 활성화를 위한 보완 관점에서의 정책 제언을 하고자 한다.

II. 인공지능 기술 및 산업 동향

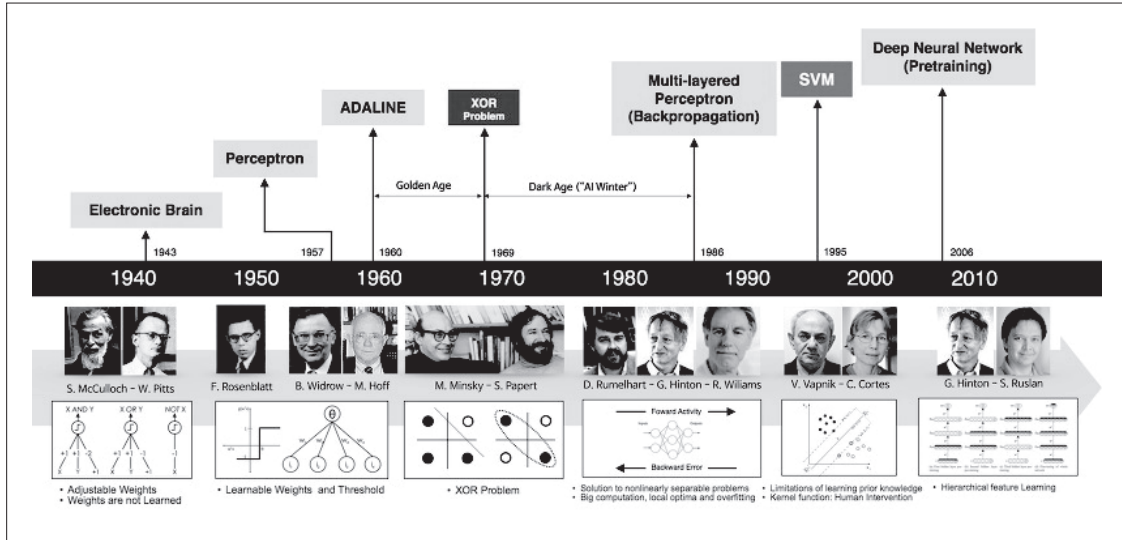
1. 인공지능의 재부흥기 도래

바야흐로 인공지능의 전성기라고 해도 과언이 아닌 시대가 도래하였다. 사실 인공지능은 특정 단일 기술을 지칭하지 않는다. 다시 말해, 인간의 사고와 의사결정, 문제해결 과정 등 지적 활동을 유사하게 수행하기 위한 관련 기술들이 모두 포함될 수 있는데, 2016년 발표된 「제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책」에서는 “인간의 인지능력(언어·음성·시각·감성 등)과 학습, 추론 등 지능을 구현하는 기술로 인공지능 SW/HW, 기초기술(뇌과학·산업수학 등)을 포괄”한다고 기술하고 있다.

인공지능을 구현하기 위한 노력은 1900년대 초부터 시작되었다. 당시 학자들은 주어진 문제와 이들 간의 관계, 관련 사실 등을 기호적인 형태로 표현해 논리적으로 해결하려는 기호주의와, 인간의 뇌가 수많은 신경의 연결, 즉 신경망으로 구성되어 있음에 착안하여 인공신경망을 통해 학습을 수행하고 지능을 설명하려는 연결주의가 경쟁하며 머지않아 인공지능의 시대가 열릴 것으로 예상하였다. 그러나 1960년대 인공신경망이 논리합(XOR) 분류를 할 수 없다는 점이 마빈 민스키(Marvin Lee Minsky)와 세이무어(Seymour Papert)에 의해 밝혀지고, 1980년대 이를 해결한 제프리 힌튼(Geoffrey E. Hinton)의 다층 구조 인공신경망 역시 기울기 값 소실(Vanishing gradient)과 같은 기술적 한계를 드러내며 오랜 기간 침체가 지속된다(Yang, et al., 2018).

인공지능이 다시 부상하게 된 시점은 2012년 이미지넷(Imagenet) 대회에서 제프리 힌튼 교수팀이 CNN(Convolutional Neural Network) 기반의 딥러닝 모델을 이용해 우승을 차지하고 나서부터이다. 앞서 드러난 기울기 값 소실 문제를 Relu 함수를 써서 해결하고 인간을 능가하는 수준의 이미지 인식 성능을 보여준 것이다. 이후 RNN(Recurrent Neural Network), GAN(Generative Artificial Network), DRL(Deep Reinforcement Learning) 등과 같은 알고리즘과 이를 응용하거나 조합하는 다양한 알고리즘이 공개되면서 인공지능의 재부흥기가 열리게 되었다.

산업계의 움직임도 활발하다. Yang, H., et al. (2018)은 미국과 중국, 한국의 주요 테크기업들의 인공지능 대응 동향을 분석하였다. 요약하면, 조사한 모든 테크기업들이 인공지능 관련 연구개발(R&D)에 대한 조직을 확대하고 투자를 강화하고 있으며, 각 기업들이 강점을 가지고 있는 분야에 집중해 인공지능을 통한 혁신을 꾀하고 있음이 확인되었다. 예를 들어 구글은 ‘AI first’라는 슬로건을 가지고 모든 서비스에 인공지능을 탑재하고 있으며, 바둑이나 게임을 넘어 질 환 예측, 에너지 관리 등의 실생활 문제를 해결하는데



source: Choi, et al.(2018)

〈그림 1〉 인공지능 및 딥러닝의 역사
 〈Fig. 1〉 History of AI and Deep learning

딥러닝을 활용하고 있다. 또한 빠른 시장 대응을 위해 2012년부터 2019년까지 14개 인공지능 기업을 인수 하였으며 별도의 전문투자회사를 신규 설립하기도 하였다. 또한 개방형 혁신 측면에서 데이터 전문가 플랫폼인 캐글(Kaggle)을 인수하고 누구나 딥러닝 기반의 분석을 할 수 있는 오픈소스 라이브러리인 텐서플로우(TensorFlow)를 공개하기도 하였다. 바이두의 경우에는 중국정부의 국가공정실험실에서 딥러닝 분야를 담당하며 민관합동 연구를 주도하고 있고, 구글과 유사하게 인공지능 기업 인수 및 투자회사 설립을 통해 관련 역량을 강화하고 있다. 또한 지능형 개인비서 기기, 로봇, 자율주행차 등 전방위에 걸쳐 사업 분야를 확대하고 있는데, 자율주행차의 경우 전세계 95개 기업과 2020년까지 레벨3의 자율주행차 출시를 목표로 연구 개발을 공동수행하고 있다. 미래 시장 전망도 매우 긍정적이다. Grand View Research(2019a)에 따르면 세계 인공지능 시장은 2019년부터 2025년까지 연평균 46.2% 급성장해 3,909억달러에 이를 전망이다.

2. 현재까지 드러난 인공지능의 한계점

딥러닝을 통해 인공지능 시장의 폭발적 성장이 예상되는 가운데 해결해야 할 문제들도 속속 드러나고 있다. 뉴욕대학교의 게리 마커스(Gary Marcus) 교수는 2018년 1월 발표한 논문에서 딥러닝의 10가지 기술적 한계점을 지적했다. 현재까지 가장 보편적으로 사용되는 지도학습의 경우 너무 많은 데이터를 필요로 하고, 내부 구조가 블랙박스에 가까워 사람들이 결과값에 대한 근거를 알 수 없으며, 이에 따라 오류 발생 시 수정도 어렵다. 또한, 데이터의 패턴을 분석해 분류 또는 군집하거나 의사결정을 하는 방식의 과제에서는 뛰어난 성능을 보이나 인과관계와 상관관계 구분이 힘들고 계층적인 형태의 지식 습득에서도 한계를 보인다고 지적하였다(Marcus, 2018). 이 외에도 편향된 데이터를 학습해 인종차별적인 발언을 한 챗봇, 자율주행차 시험 운행 시 돌발 상황에 대한 대처 부족 및 인명사고 초래, 로봇의 보행자 오인 공격 등 기술적 오류에 따른 안전성 이슈가 지속적으로 제기되고 있다.

〈표 1〉 딥러닝의 기술적 한계점
 (Table 1) Technical Limitations of Deep learning

No	Technical Limitations of Deep learning
1	Deep learning thus far is data hungry
2	Deep learning thus far is shallow and has limited capacity for transfer
3	Deep learning thus far has no natural way to deal with hierarchical structure
4	Deep learning thus far has struggled with open-ended inference
5	Deep learning thus far is not sufficiently transparent
6	Deep learning thus far has not been well integrated with prior knowledge
7	Deep learning thus far cannot inherently distinguish causation from correlation
8	Deep learning presumes a largely stable world, in ways that may be problematic
9	Deep learning thus far works well as an approximation, but its answers often cannot be fully trusted
10	Deep learning thus far is difficult to engineer with

source: Marcus.(2018)

인공지능의 윤리적 활용도 앞으로 풀어나가야 할 중요한 이슈이다. 드론 및 인공지능 기반의 자율살상무기 개발은 인간의 존엄성에 대한 의식을 약화시킬 수 있고, 딥페이크(Deepfake)와 같이 가짜 이미지를 만들어 배포하는 행위는 개인의 평판을 심각하게 훼손시키고 사회적 신뢰성을 저하시킬 수 있다. 이에 인공지능 활용에 가장 적극적으로 나서고 있는 구글의 CEO 순다 피차이(Sundar Pichai)조차 2020년 1월 20일 파이낸셜 타임즈에 직접 기고문을 올려 이미지 조작 등 인공지능의 비윤리적 활용에 우려를 표명하고 국제사회가 표준화된 인공지능 규제 체계를 마련할 필요가 있다는 의견을 피력하였다(Sundar Pichai, 2019).

Ⅲ. 블록체인 기술 및 산업 동향

1. 암호화폐에서 차세대 디지털 플랫폼으로

2009년 1월 사토시 나카모토라는 필명을 사용하는 개인 또는 집단에 의해 비트코인이 공개된 이후 암호화폐는 블록체인 기술을 활용한 대표적인 응용으

로 시장의 주목을 받았다. 특히 새로운 투자처로 많은 투자자들을 끌어모았는데, CNN은 2019년 12월뱅크오브아메리카의 보고서를 인용해 비트코인이 지난 10년 동안 가장 수익성이 높은 투자처라고 평가하기도 하였다(Paul R. La Monica, 2019). 그러나 암호화폐가 기술적 특성이나 통화로서의 가치가 입증되지 않은 상황에서 투기자산으로 인식되는 등 사회적 부작용이 커지자 미국, 중국, 한국 등 주요국 정부의 규제 움직임이 본격화되기 시작하였고, 시장의 거품이 꺼지며 2017년 5,662억 달러까지 치솟던 암호화폐 시장가치는 2018년 1,287억 달러까지 폭락한다(Statista, 2020). 현재도 암호화폐에 대한 규제 필요성은 지속적으로 제기되고 있다. 예를 들어, 미국 의회는 2019년 12월 암호화폐법(Cryptocurrency Act of 2020)을 심의하였는데, 암호화폐를 포함한 디지털 자산을 분류하고 이를 관할·규제하는 기관을 명시하였다(Jason Brett, 2019).

이후 관련 업계는 암호화폐보다 이를 구현하는 분산 디지털 원장 기술인 블록체인에 보다 많은 관심을 가지게 된다. 블록체인의 기술적 특성은 4가지로 구분할 수

〈표 2〉 블록체인의 기술적 특성
 (Table 2) Technical Characteristics of Blockchain

Technical Characteristics	Description
De-centralization	The distributed ledger exists on multiple computers, often referred to as nodes
Transparency	Any participant can see the ledger of transactions.
Immutability	The data in the blockchain cannot be altered
Availability	The entire blockchain system is maintained and is not interrupted 24 hours even if any participant of them causes problems

source: Ministry of Science and ICT·KISTEP(2018)

있다(Ministry of Science and ICT·KISTEP, 2018). 첫 번째 특성은 탈 중앙성이다. 거래기록을 중개기관이 검증하지 않고 네트워크 참여자들이 관리하는 것을 의미한다. 두 번째는 투명성이다. 거래 기록이 네트워크 참여자들에게 전송되어 누구나 확인할 수 있다. 세 번째는 불변성이다. 거래 내역이 기록되어 있는 블록들이 체인으로 연결되어 있어 수정이나 삭제를 하려는 경우 모든 블록의 거래 내역을 바꾸어야 하는데 해시(Hash) 함수를 사용하는 블록체인의 특성상 이는 불가능에 가깝다고 평가받고 있다. 마지막으로 가용성이다. 거래 기록이 모든 네트워크 참여자에게 공유되므로 일부 참여자에게 문제가 발생하더라도 전체 시스템은 유지되어 작동될 수 있다.

블록체인은 위와 같은 기술적 특성을 바탕으로 다양한 산업에서 차세대 디지털 플랫폼으로 각광받고 있다. 예를 들어, 금융 분야에서는 비상장 주식거래와 보험금 청구, 의료 분야에서는 개인 의료정보 관리와 유전체 정보 공유, 콘텐츠 분야는 디지털 음원 유통과 저작권 관리, 공공 분야의 경우 전자증명서 유통과 온라인 투표, 물류·유통 분야는 개인 통관과 고가품/식품 유통, 에너지 분야에서는 개인간 전력거래, 전기자동차 충전 등이 블록체인의 대표적인 활용사례(use case)로 거론되고 있다(Ministry of Science and ICT, 2018). 미래 시장에 대한 전망도 긍정적인데, Grand View Research(2019b)는 세계 블록체인 시장이 2019년부

터 2025년까지 연평균 69.4% 성장해 576억 달러 규모에 달할 것으로 전망하였다.

2. 현재까지 드러난 블록체인의 한계점

그러나 블록체인이 가진 기술적 강점은 역설적으로 약점으로 작용할 수도 있다. Drescher(2017)은 블록체인이 내포하고 있는 기술적 제약사항을 개인정보 보호의 부재, 보안 모델, 제한적 확장성, 고비용, 숨겨진 중앙통제, 유연성의 부재, 임계 크기로 구분하였다. 블록체인은 기본적으로 모든 참여자에게 정보가 공개되거나 누구의 것인지 특정하지 않는다. 그러나 정보가 쌓일수록 개인정보가 노출될 수 있는 가능성이 있으며 특정 참여자에게 피해를 줄 수 있다. 보안 모델은 암호화에 사용되는 개인키를 사용자가 분실하거나 타인이 취득할 경우 블록체인 보안체계가 붕괴될 수 있는 위험성을 의미하고, 제한적 확장성은 해시함수 기반의 체인 구조상 처리속도 저하를 고려한 블록 추가의 실질적 한계를 말한다. 고비용 문제는 블록체인이 작업증명을 하는데 요구되는 계산량에 따른 에너지와 시간, 비용 소모를 의미하고, 숨겨진 중앙통제는 고사양의 컴퓨팅 파워를 가진 참여자들이 보이지 않는 통제 집단을 만들어 분산 구조의 취지를 해칠 수 있는 위험성을 말한다. 또한 오류가 있는 거래 정보에 대한 수정 및 삭제가 어려운 유연성의 부재 문제가 제기되고 있으며, 임계 크

〈표 3〉 블록체인의 기술적 한계점
 (Table 3) Technical Limitations of Blockchain

No.	Technical Limitations of Blockchain
1	Risk of personal information identification and leakage due to data accumulation
2	Risk of security breaches due to loss of personal keys used in encryption
3	Limitations of block additions considering degraded processing speed
4	High-cost structure based on massive computations
5	Risk that participants with high-end computing power could create invisible control groups
6	Difficulty in correcting and deleting transaction information with errors
7	Attacks on a blockchain by a group of miners controlling more than 50% of the network's mining hash rate

source: Drescher(2017)

기는 해커가 블록체인 전체 노드 중 50%를 초과하는 해시 연산력을 확보할 경우 거래 정보를 조작할 수 있는 위험성을 의미한다. 이와 같은 기술적 한계 외에도 블록체인 상의 분산 합의를 통한 소유권 이전 및 관리 관련 법적 효력 문제와 아직까지 블록체인의 기술적 이해도가 부족한 상황에서의 사용자의 수용성 부재 문제 등도 제기되고 있다.

Ⅳ. 인공지능/블록체인 융합 동향 분석 및 시사점

1. 인공지능의 블록체인 활용(Blockchain for AI)

인공지능 구동을 위한 핵심 자원은 데이터이기 때문에 거래 정보와 같은 데이터를 분산 저장할 수 있는 블록체인은 다방면으로 인공지능에 활용될 수 있다. 기존 국내외 문헌들을 바탕으로 인공지능의 블록체인 활용 방식을 유형화해 관련 사례(use case)를 정리해보면 아래와 같다(Dinh & Thai 2018; Salah, et al. 2019; Lopes & Alexandre, 2018; Choi & Son, 2018).

1) 블록체인 기반 데이터 저장·관리로 인공지능 서비스 품질 및 안전성 제고

인공지능 기반 제품 및 서비스의 성능은 양질의 데

이터를 얼마나 확보했느냐에 따라 결정된다. 따라서 탈중앙화된 블록체인을 통해 파편적으로 저장되어 있는 데이터를 공유하고, 참여자들이 함께 검증하여 안전하게 저장·관리하면 해당 데이터의 무결성이 강화될 수 있다.

의료분야는 인공지능이 가장 활발하게 활용되고 있는 분야이다. 가장 대표적인 사례가 IBM의 왓슨(Watson)인데 2013년부터 폐암 진단 및 치료 결정을 지원하며 관련 시장을 선도하고 있다. 우리나라 스타트업인 뷰노(Vuno)는 X-ray나 CT, MRI 이미지 분석 및 진단 시 활용할 수 있는 딥러닝 기반 서비스를 제공하고 있다. 이러한 인공지능 진단 서비스에 블록체인 기술이 적용되면 병원 단위로 분산 저장·관리되는 각종 의료 정보들이 안전하게 공유되어 학습을 위한 통합형 빅데이터를 구축할 수 있게 되고 이를 기반으로 인공지능 기반 의료 서비스의 성능도 대폭 향상될 수 있다. 2019년 4월 헬스케어 기업인 메디블록은 블록체인 기반의 치과 검진 전자의무기록(EMR) 시스템을 개발하였다고 발표하였다(Yu, 2019). 메디블록의 시스템을 이용해 환자들은 문진표를 작성할 수 있고 진단 결과는 모든 진료과에 공유된다. 따라서 병원 별로 축적된 문진정보가 통합적으로 공유되고 인공지능 진단 서비스의 학습 데이터로 활용된다면 보다 빠르고 정확한 진단이 가능

해질 수 있다.

지능형 개인비서 서비스는 인공지능이 재부상하면서 등장한 신규 시장이다. 인터넷 기업과 통신사, 가전 기업들까지 뛰어들며 모바일 어플리케이션과 스피커형 기기를 넘어 제품 및 서비스가 다각화되고 있는데, 문제는 지능형 개인비서 서비스 역시 해커들의 공격대상이 될 수 있다는 점이다. CNN은 해커들이 아마존 알렉사사와 구글 어시스턴트의 어플리케이션 업그레이드 방법을 악용해 원하는 응답을 유도할 수 있도록 조작이 가능하다고 보도하기도 했다(Ahiza Garcia, 2019). 스닙스 에어(Snips AIR)는 이러한 해킹 위험을 제거하기 위해 블록체인 기반의 지능형 개인비서 기기를 개발하였다. 이 개인비서 기기의 어플리케이션 개발자들은 사용자가 블록체인 기반으로 제공된 암호화된 데이터를 이용해 기계학습 모델을 개발하고 사용자들은 토큰 거래를 통해 신규 어플리케이션을 이용할 수 있다. 또한 사용자 및 개발자 정보가 노출되지 않아 해킹 및 개인정보 침해 가능성을 사전에 차단할 수 있다(Salah, et. al., 2019).

2) 블록체인 융합형 인공지능 비즈니스 모델 발굴

블록체인 도입을 통해 새로운 인공지능 비즈니스 모델이 개발되는 사례도 속속 등장하고 있다. 에너지 분야는 생산과 거래, 소비의 전 과정에 걸쳐 효율성을 높이기 위해 인공지능 기반 분석 엔진을 적극 활용하고 있다. 그런데 최근 소비자들 간의 소규모 전력 거래가 본격화되면서 블록체인 기술이 적용되고 있다. 예를 들어 KT는 자체 개발한 인공지능 분석엔진인 e-brain과 블록체인 기술을 융합해 전력 중개사업 시스템을 구축하였고, 고속 암호화, 실시간 데이터 검증, 합의 알고리즘 등을 구현하였다(Choi & Son, 2018). 2018년 5월 소규모 전력중개사업을 허용하는 전기사업법 개정안이 국회를 통과하여 관련 분야의 미래 전망은 더욱 밝다고 할 수 있다.

금융 산업에서는 펀드 매니저, 애널리스트를 대신해 인공지능을 활용하는 사례가 늘고 있다. 그런데 여

기에 암호화폐를 인센티브로 제공하는 비즈니스 모델이 등장하고 있다. 미국의 뉴머라이(Numerai)는 사람을 대신해 인공지능이 펀드 투자를 담당하는 하는 비즈니스 모델로 널리 알려진 핀테크기업이다. 크라우드 소싱(Crowdsourcing) 개념을 도입해 익명으로 사람들에게 데이터에 대한 예측값을 받고 이에 대한 보상으로 자체적으로 발행하는 뉴머레이(NMR)라는 토큰을 제공한다. 그리고 수집한 데이터를 인공지능 알고리즘의 성능을 높이는데 사용한다. 이러한 인공지능·블록체인 융합형 서비스의 유망성을 인정받은 뉴머라이는 2019년 3월 암호화폐공개(ICO)와 함께 1,100만달러를 유치하는데 성공하였다(Kang, 2019).

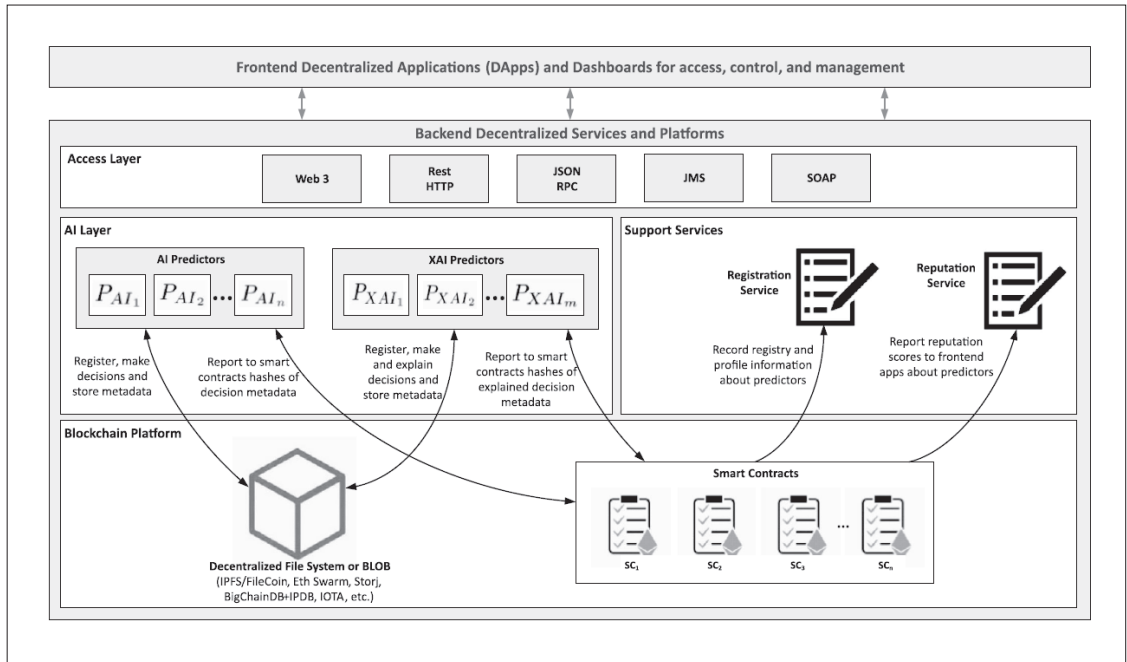
3) 설명가능한 인공지능(eXplainable AI, XAI) 구현 지원

딥러닝의 블랙박스 문제를 해결하기 위한 연구는 우리나라를 비롯해 세계 주요국에서 이루어지고 있다. 본 연구를 주도하는 기관은 미국의 DARPA(Defense Advanced Research Projects Agency)인데, 2017년부터 2021년까지 8천만 달러를 투자해 신경망 은닉층의 노드에 의미를 부여하고, 최종 이미지에서 객체들을 인식해 결과값의 근거를 설명할 수 있는 수준의 기능 구현을 목표로 하고 있다.

이와 같은 연구에도 블록체인 기술 활용이 가능하다. 앞서 언급한대로 블록체인이 적용되면 입력데이터와 출력데이터, 그리고 신경망의 노드에서 다루는 각종 데이터들을 실시간으로 안전하게 저장·관리할 수 있다. 그리고 이를 통해 사용자들이 인공지능이 제시하는 결과값에 대한 근거, 즉 설명에 대해 보다 높은 신뢰성을 가질 수 있다. 관련하여 Nassar, et. al.(2020)은 블록체인의 기술적 특성을 분석하고 신뢰할 수 있는 인공지능을 위한 블록체인 프레임워크를 제시하였다.

2. 블록체인의 인공지능 활용(AI for Blockchain)

인공지능의 블록체인 활용과 비교해 블록체인의 인공지능 활용은 아직 구체화된 실사례가 많지 않다. 블



source: Nassar, et. al.(2020)

〈그림 2〉 신뢰할 수 있는 인공지능을 위한 블록체인 프레임워크
 (Fig. 2) Blockchain Framework for Trustworthy AI

록체인이 금융 외에 에너지, 물류 등 타 분야에 이제 막 적용되기 시작하였고, 따라서 아직까지 산업적 활용도 제고에 초점을 맞추고 있기 때문에 추정된다. 하지만 일부 국내의 문헌에서 블록체인의 기술적 한계점을 극복하기 위한 인공지능 활용 시나리오를 제시하고 있다 (Dinh & Thai, 2018; Choi & Son, 2018).

1) 해킹 시도 탐지 및 피해 최소화

해커들은 블록체인에서 거래되는 암호화폐를 탈취하려는 시도를 하고 있다. 실제 2016년 6월 해커들은 DAO(Decentralized Autonomous Organization)의 스마트 계약 내 취약점을 이용해 5천만 달러치의 암호화폐를 해커의 지갑으로 인출했다(Dinh & Thai, 2018). DAO의 출금 규정과 이더리움 개발자들의 대응으로 환전이 이루어지는 않았지만 해킹에 대한 대비가 필요하다는 것을 인식시키기에는 충분한 사건이었

다. 보안 분야에서 활용되는 인공지능을 블록체인에 적용하면 해커의 침입 시도를 사전에 탐지할 수 있고, 설사 특정 블록에 침입을 했더라도 다른 블록으로 피해가 확산되지 않도록 자동으로 차단하는 기능을 구현할 수 있다.

2) 블록체인 확장성 제고

앞서 블록체인의 한계점에서 언급한 바와 같이 블록이 증가할수록 처리속도가 느려지는 특성으로 인해 블록체인의 확장성에는 한계가 있다. 그러나 인공지능을 이용하면 거래량 증가에 따른 필요 블록 생성률을 보다 정확하게 예측하고 상황에 맞춘 처리량 조정이 가능해 운영 유연성을 강화할 수 있다.

3) 블록체인 운영 효율성 제고

블록체인이 확장될수록 에너지 소모에 따른 운영 비

용은 증가는 피할 수 없다. 그러나 스마트팩토리, 스마트 시티의 인공지능 기반 관제 시스템과 유사하게 블록체인 운영 비용 최적화를 위해 인공지능이 활용될 수 있다. 또한, 복잡한 조건의 스마트 계약 역시 인공지능을 통해 보다 효율적으로 분석·처리될 수 있다.

4) 안전한 개인 맞춤형 서비스 제공

국내의 테크기업들은 사용자의 데이터를 수집해 보다 개인화된 서비스를 제공하고자 노력하고 있다. 예를 들어, 온라인 쇼핑몰은 사용자의 쇼핑 행태를 분석해 기호에 맞는 제품을 먼저 노출시킬 수 있다. 문제는 사용자의 개인 기호 관련 정보가 플랫폼 제공 기업에 중앙집중적으로 저장·관리된다는 점인데, P2P 네트워크의 특성을 가진 블록체인 적용으로 해결이 가능하다. 여기에 각 노드에 개별 사용자들의 소비 패턴을 분석할 수 있는 인공지능이 적용되면 개인 맞춤 서비스를 구현하면서 보안성도 극대화할 수 있다.

3. 연구개발 방향성 및 관련 산업 육성 측면의 시사점

위와 같이 인공지능과 블록체인의 최신 융합 동향을 분석한 결과 향후 연구개발 방향성 및 관련 산업 육성 차원에서 몇 가지 중요한 시사점을 도출할 수 있었다.

첫째, 단기적으로는 인공지능의 블록체인 활용, 장기적으로는 블록체인의 인공지능 활용에 집중할 필요가 있다. 인공지능의 블록체인 활용의 경우 데이터 저장·관리, 융합형 비즈니스 모델 개발, 설명 가능한 인공지능 구현 등 응용 분야가 명확하고 일부 기업 및 연구기관을 중심으로 관련 연구도 본격화되고 있다. 따라서, 해외 선진사례와 우리나라 연구현황을 비교 분석해 세부 응용기술 및 비즈니스 모델 개발의 방향성을 정립하고 조기 활성화를 지원해야 한다. 그러나 블록체인의 인공지능 활용은 아직 시나리오 구상 단계로 구체화된 실증 사례가 부족하다. 이에 보다 장기적인 관점에서 블록체인의 기술적 단점을 보완하고 새로운 형태의 비즈니스 모델 개발의 근간이 될 수 있는 기술융합 방안

연구가 필요하다.

둘째, 인공지능과 블록체인에 대한 지속적인 기술 및 시장 트렌드 탐색과 이에 따른 융합 방안의 진화적 고도화가 필요하다. 인공지능의 블록체인 활용 사례를 보면, 인공지능의 태생적 한계뿐 아니라 비즈니스 모델로 발전하면서 드러난 문제점을 해결하는데 블록체인이 다각도로 활용될 수 있음을 알 수 있다. 블록체인 역시 앞으로 금융을 넘어 에너지, 유통·물류 등 다양한 산업으로 확대 적용되면서 비즈니스 모델 측면의 문제점이 노출될 가능성이 높다. 따라서 하루가 다르게 빠른 속도로 발전하고 있는 양 기술의 최신 동향을 정확히 파악하고, 시장의 니즈에 적시 대응하며 다각도로 융합 방안을 모색해야 한다.

셋째, 관련 산업 고도화를 위해 보다 정밀한 산·학·연의 역할 정립이 요구된다. 다시 말해 융합의 유형별로 기업과 연구기관, 대학에 다른 역할이 부여될 필요가 있다. 예를 들어, 인공지능의 블록체인 활용에서 ‘블록체인 데이터 저장·관리’와 ‘블록체인 융합형 인공지능 비즈니스 모델 발굴’ 상대적으로 시장이 성숙되어 있어 산업계가 응용 발굴을 주도하고 학계와 연구계는 지원을 하는 구도가 적합하다. 그러나 ‘설명 가능한 인공지능 구현 지원’은 아직 연구 초기 단계이고 실제 구현에 소요되는 기간이 명확하지 않기 때문에 연구기관 및 학계를 중심으로 연구가 진행되고 관련 기업들이 지원하는 형태가 바람직하다. 블록체인의 인공지능 활용 역시 아직 연구기관과 대학에서 관련 연구가 중점적으로 이루어지고 있기 때문에 연구의 실효성 검증 및 관련 응용 발굴 차원에서 산업계가 지원하는 방식의 역할 배분이 필요하다.

V. 정책 개선방안

본 장에서는 IV장에서 정리한 인공지능과 블록체인의 융합 동향 및 시사점을 바탕으로 국내 인공지능/블록체인 정책 동향을 살펴보고 이를 보완할 수 있는 구체적인 정책 개선방안을 제시하고자 한다.

1. 국내 인공지능/블록체인 정책 동향

1) 인공지능(AI) R&D 전략

2018년 5월에 발표된「인공지능(AI) R&D 전략」은 2022년까지 2조 2천억을 투자해 세계적 수준의 인공지능 기술력 및 R&D 생태계 확보하겠다는 전략이다. 2022년까지 세계 4대 AI 강국 도약, 우수 인재 5천명 확보, AI 데이터 1.6억 여건을 구축한다는 전략목표 하에 기술력 확보와 최고급 인재 양성, 개방 협력형 연구 기반 조성을 중점 추진 방안으로 내세우고 있다.

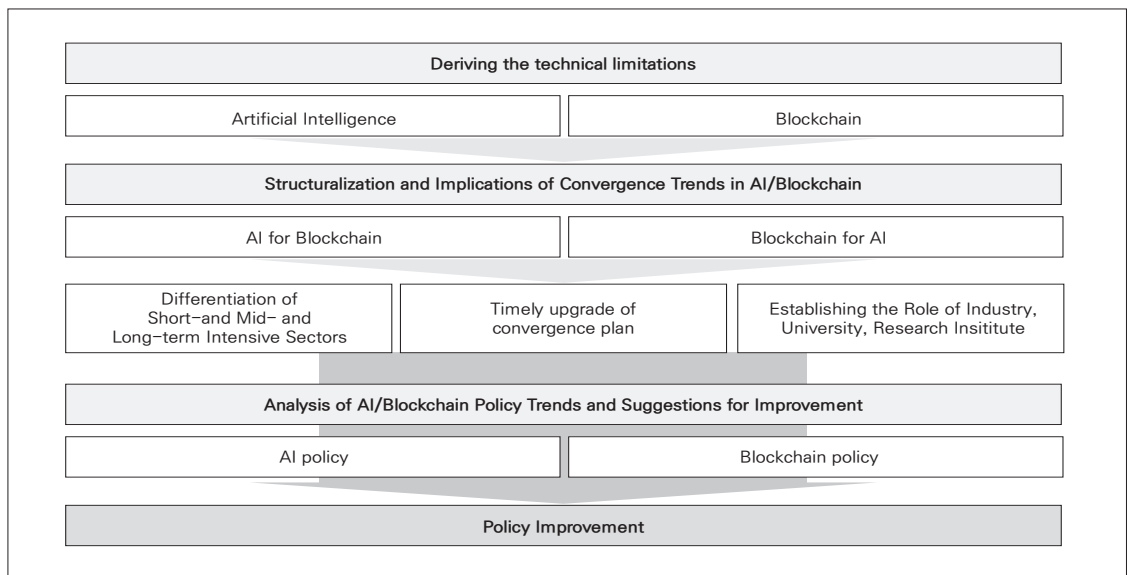
구체적으로 기술력 확보와 관련해 응용분야에서는 국방, 안전, 의료와 같은 공공 AI 특화 프로젝트를 추진하고 신약, 미래소재, 산업응용에 인공지능을 적용한다. 핵심기술 분야에서는 기존에 진행되고 있던 엑소브레인이나 딥뷰와 같은 인공지능 프로젝트들의 목표를 변경 또는 상향해 재편하고, 국가 차원의 AI 그랜드 챌린지를 개최한다. 인공지능 하드웨어 분야에 대한 투자도 확대해 10년 동안 1조원 규모의 AI 반도체 예비타당성 조사를 추진하고 초고성능컴퓨팅 개발에도 나선

다. 기초과학 분야에서는 기계학습을 넘어 뇌과학 기반 차세대 AI와 신경망 컴퓨팅에 대한 연구를 진행한다.

최고급 인재 양성은 고급인재와 융복합인재 양성으로 나누어 추진한다. 고급인재 양성을 위해 2022년까지 6개의 AI대학원을 설립하고 대학연구센터와국제공동연구, 인턴십 과정에서의 인공지능 지원을 강화한다. 마지막으로 개방 협력형 연구기반 조성을 위해 국내 주요 거점별로 인공지능 브레인랩을 조성하고 데이터·컴퓨팅을 지원하는 AI허브와 공공과 민간이 함께 참여하는 온라인 챌린지 플랫폼을 구축한다(Ministry of Science and ICT, 2018a).

2) 인공지능 국가전략

인공지능 R&D 전략이 수립된지 약 1년 6개월 후인 2019년 12월 관계부처합동으로「인공지능 국가전략」이 발표된다. 본 전략은 앞서 소개한 인공지능 R&D 전략을 비롯한 관련 정책들을 토대로 수립된 범국가적 전략으로서, “IT강국을 넘어 AI강국으로!”라는 비전 하에 2030년까지 10년간 추진할 핵심전략 및 목표를 담고



〈그림 3〉 정책 개선방안 도출 프레임워크

〈Fig. 3〉 Framework for Deriving Policy Improvement Plan

있다. 구체적으로 세계를 선도하는 인공지능 생태계 구축을 위해 ① 인프라 확충, ② 전략적 기술 개발, ③ 과감한 규제 혁신, ④ 스타트업 육성을 추진하고, 인공지능 활용성 제고를 위해 ① 인재양성 및 국민교육, ② 전 산업 AI 도입, ③ 디지털정부 대전환이 진행된다. 마지막으로 사람 중심의 인공지능 구현 측면에서 ① 포용적 일자리 안전망 구축, ② 역기능 방지 AI 윤리가 마련된다. 2018년 수립된 인공지능 R&D 전략과 비교할 때, 관련 규제 완화와 인간과 인공지능의 조화 관련 전략이 강조되었고 정량적 목표가 보다 구체화되고 세분화되었다. 또한 3대 분야, 9대 전략, 100대 과제로 추진 체계를 명확히 하여 실행력을 제고하였다(Government of Republic of Korea Interdepartment Exercise, 2019).

3) 블록체인 기술 발전전략

과학기술정보신부는 2018년 6월 「블록체인 기술 발전전략」을 발표하였다. 본 전략에 따르면 정부는 블록체인 기술이 거래비용 감소와 데이터 위변조 방지라는 기술적 강점을 통해 산업의 효율성을 높이고 새로운 경제적 가치를 창출할 것으로 기대하고 있음을 알 수 있다. 구체적으로, ‘블록체인으로 혁신하고 성장하는 나라’라는 비전 달성을 위해 공공·민간 업무 효율화와 초기 단계인 블록체인 글로벌 시장 선점을 위한 블록체인 산업 발전 생태계 조성을 2가지 기본 방향으로 설정하

고 있다. 추진과제로는 시장 형성 차원에서 ① 선제적 공공선도사업 추진, ② 다수가 참여하고 협업하는 민간 주도 개방형 혁신과, 기술력 확보를 위해 ① 블록체인 핵심기술 확보 및 기술경쟁력 제고, ② 신뢰성 평가를 위한 블록체인 기술지원센터 구축, ③ 블록체인 기술선도를 위한 표준화 활동 강화, ④ 스타트업 육성을 추진, 그리고 마지막으로 기반 조성을 위한 ① 블록체인 핵심인력 양성, ② 글로벌 경쟁력을 갖춘 블록체인 전문기업 육성, ③ 걸림돌이 되는 법제도 개선, ④ 대국민 인식제고를 통한 활성화를 도출하였다. 그리고 범부처 차원에서 다음과 같이 총 6개의 블록체인 시범사업을 시작하였다(Ministry of Science and ICT, 2018b).

2. 정책 개선방안

III장에서 분석한 바와 같이 인공지능과 블록체인은 각각의 기술적 한계점을 상호보완할 수 있다. 이에 인공지능 선도국가로서의 도약과 블록체인 기술 경쟁력 제고를 목표로 하고 있는 정부 정책에 인공지능/블록체인 융합 활성화를 위한 지원 방안이 반드시 추가되어야 할 필요가 있다. 특히 중국은 최근 몇 년 사이 우리나라보다 인공지능 기술력이 높아진 것으로 평가받고 있는데, 2019년 10월 공산당 정치국 중앙위원회 18차 집체학습에서 시진핑 주석은 블록체인 기술을 인공지

〈표 4〉 2018년 블록체인 시범사업
 〈Table 4〉 Pilot Projects for Blockchain in 2018

Projects	Ministry in charge
Convenient and reliable online voting	National Election Commission
Beef traceability system for safety	Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs
Easy Real Estate Trading	Ministry of Land, Infrastructure and Transport
Submitting official documents electronically to foreign agencies	Ministry of Foreign Affairs
Personal customs clearance to expedite processing and prevent false reports	Korea Customs Service
Efficient transshipment container transportation between terminals	Ministry of Oceans and Fisheries

source: Ministry of Science and ICT. (2018b)

능, 빅데이터 등 첨단 기술과 융합해 각 분야에 응용하라고 지시하기도 했다(Shin, 2019). 따라서 앞서 기술한 연구개발 방향성 및 관련 산업 육성 측면의 시사점을 바탕으로 혁신정책(Innovation Policy) 측면의 대안들을 다음과 같이 제시하고자 한다.

1) 연구개발(R&D) 강화 측면

(1) 국가 차원의 중장기 인공지능/블록체인 융합 연구 추진
인공지능과 블록체인은 하루가 다르게 발전하고 있는 분야이고, 특히 양 기술 간 융합은 이제 막 연구가 시작되었다고 볼 수 있다. 따라서 인공지능의 블록체인 활용 및 블록체인의 인공지능 활용을 통한 기술적 한계점 극복 뿐 아니라 화학적 융합을 통한 시너지 창출 방안까지 관련 정책에 포함시켜 미래 성장 가능성이 높은 본 분야의 글로벌 연구 주도권을 확보할 필요가 있다.

(2) 블록체인 기반 인공지능 데이터 플랫폼 구축

「인공지능(AI) R&D 전략」과 「인공지능 국가전략」에는 모두 공공데이터 개방과 민간 데이터 활용이 추진과제에 포함되어 있다. 그러나 가명 또는 익명 처리와 같은 비식별 처리를 하더라도 관련 데이터의 조합을 통해 재식별되거나 해킹될 가능성은 여전히 존재한다. 따라서 보안성 제고 측면에서 블록체인을 기반으로 하는 데이터 플랫폼 구축이 요구된다. 블록체인 기술을 활용해 데이터 플랫폼이 구축되면 정보 제공 주체가 어떤 데이터가 언제 어떠한 방식으로 이용되었는지 확인할 수 있기 때문에 위변조 가능성을 최소화하고 관련 위협에 대한 적시 대응도 가능해진다. 결과적으로 인공지능 데이터 플랫폼에 대한 신뢰도가 높아짐에 따라 개인 소비자를 포함한 다양한 원천으로부터 데이터 수집이 용이해지고 활용도도 높아질 수 있다.

2) 혁신 생태계 조성 측면

(1) 산업별 인공지능/블록체인 융합 응용 발굴 지원

산업별 응용 및 신규 비즈니스 모델 발굴은 정부 주도가 아닌 민간 중심의 자생적 활성화를 지원하는 방식이 효과적이다. 사실 정부도 이러한 관점에서 인공지능과 블록체인 관련 정책에서 민간 주도의 프로젝트 추진을 강조하고 있다. 이에, 산업의 니즈와 현재의 보유 기술력을 정확히 파악하고 있는 기업들이 인공지능/블록체인 융합 응용을 보다 용이하게 발굴할 수 있도록 아이디어 발굴부터 상용화까지 전주기에 걸친 전방위적 지원 방안 수립이 요구된다. 특히, 인공지능과 블록체인 모두 중소기업의 시장 참여가 활발한 분야이기 때문에, 인공지능/블록체인 융합 분야에서 기술력을 가진 대기업과 중소기업이 상생을 통해 시너지를 낼 수 있는 생태계 구축 방안이 수립되어야 한다.

(2) 인공지능/블록체인 융합 비즈니스 모델 개발 스타트업 지원

현재 정부가 발표한 인공지능과 블록체인 관련 정책에는 모두 스타트업 지원 방안이 포함되어 있다. 그러나 아직 기술개발 초기 단계이면서 미래 시장 성장성이 높을 것으로 예상되는 인공지능/블록체인 융합 분야에 특화된 지원 방안은 부재하다. 따라서 기술력과 아이디어를 가진 국내 스타트업들이 가시적인 성과를 낼 수 있는 인공지능/블록체인 융합 기술 개발과 비즈니스 모델 설계, 사업화 및 글로벌 시장 진출을 지원할 수 있는 정책 개발이 시급하다. 또한 이를 통해 관련 아이디어를 가진 개인 및 연구계와 학계의 창업도 촉진될 수 있다.

3) 법제도 개선 측면

(1) 규제 샌드박스 확대 적용

우리나라는 2019년부터 기업들의 혁신적인 제품과 서비스에 대해 한시적으로 기존 규제를 적용하지 않는 규제 샌드박스를 도입하였다. 시행된지 1년이 지난 현 시점을 기준으로 195건의 승인이 이루어지며 양적 성과를 거두는 데에는 성공했으나 질적인 측면에서는 여전히 보완이 필요하다. 2020년 1월 관계부처 합동으

로 발표된 「규제 샌드박스 발전방안」에서도 추진단계 별 실행력 강화, 시장 진출 촉진을 위한 지원제도 보강, 실효성 제고를 위한 추가 조치를 향후 발전방안으로 제

시하고 있는데(Government of Republic of Korea Interdepartment Exercise, 2020), 특히 아직까지 승 인 건수가 저조한 블록체인 분야에 보다 유연한 승인

AI	Coverage of previous related policies		Suggested policy improvement measures				
	AI R&D Strategy	National AI Strategy	R&D	Ecosystem	Regulation		
Deep learning thus far is data hungry	○	○	Building a blockchain-based artificial intelligence data platform	Supports industry-specific AI/blockchain convergence applications	Supports AI/blockchain convergence business model startup	Enlarge the coverage of regulatory sandbox	Improve privacy regulations
Deep learning thus far is shallow and has limited capacity for transfer	△	×	Promoting national R&D on mid-to long-term AI/blockchain coverage				
Deep learning thus far has no natural way to deal with hierarchical structure	×	×	Promoting national R&D on mid-to long-term AI/blockchain coverage				
Deep learning thus far has struggled with open-ended inference	×	×	Promoting national R&D on mid-to long-term AI/blockchain coverage				
Deep learning thus far is not sufficiently transparent	△	△	Building a blockchain-based artificial intelligence data platform				
Deep learning thus far has not been well intergrated with prior knowledge	×	×	Building a blockchain-based artificial intelligence data platform				
Deep learning thus far cannot inherently distinguish causation from correlation	×	×	Promoting national R&D on mid-to long-term AI/blockchain coverage				
Deep learning presumes a largely stable world, in ways that may be problematic	△	△	Building a blockchain-based artificial intelligence data platform				
Deep learning thus far works well as an approximation, but its answers often cannot be fully trusted	△	△	Promoting national R&D on mid-to long-term AI/blockchain coverage				
Deep learning thus far is difficult to engineer with	△	×	Promoting national R&D on mid-to long-term AI/blockchain coverage				
Blockchain	Coverage of previous related policies		Suggested policy improvement measures				
	Blockchain technology development strategy		R&D	Ecosystem	Regulation		
The risk of personal imformaiton identification and leakage due to data accumulation		×	Promoting national R&D on mid-to long-term AI/blockchain convergence	Supports industry-specific AI/blockchain convergence applications	Supports AI/blockchain convergence business model startup	Enlarge the coverage of regulatory sandbox	Improve privacy regulations
The risk of breaches due to loss of personal keys used in encryption		×					
Limitations of block additions considering degraded processing speed		△					
High-cost structure based on massive computations		○					
The risk that participants with high-end computing power could reate invisible control proups		×					
Difficulty in correcting and deleting transaction informaiton with errors		×					
Attacks on a blockchain by a group of minerscontrolling more than 50% of the network's mining hash rate		×					

〈그림 4〉 인공지능(딥러닝) 및 블록체인의 기술적 한계점과 관련 정책 제언

〈Fig. 4〉 Technical Limitations of AI (Deep learning) and Blockchain and Suggested Policy Improvement Measures

기준을 적용해 인공지능/블록체인 융합 관련 기술 및 비즈니스 모델들이 조기에 상용화될 수 있도록 지원해야 할 필요가 있다.

(2) 개인정보보호 관련 규제 정비

인공지능과 블록체인 모두 데이터를 기반으로 구동되고 있고 두 기술의 융합 역시 데이터 저장·관리 및 활용을 기반으로 한다. 따라서 핵심 데이터 중 하나인 개인정보에 대한 규제 기준이 보다 명확해질 필요가 있다. 2020년 1월 「개인정보 보호법」, 「정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률(약칭: 정보통신망법)」, 「신용정보의 이용 및 보호에 관한 법률(약칭: 신용정보법)」이 국회 본회의를 통과하며 개인정보 활용성은 높아졌지만, 블록체인과 관련하여 아직 불명확한 부분도 많다. 개인정보보호위원회에 따르면 블록체인에서의 개인정보보호와 관련해, 노드에서 처리되는 식별정보의 개인정보 해당 여부, 노드의 개인정보처리자 해당 여부, 블록에 저장된 개인정보 처리 시 개인정보보호법 적용 여부 등은 아직 모호한 측면이 있다(Personal Information Protection Commission, 2018). 따라서, 인공지능/블록체인 융합의 다양한 사례들을 살펴보고 개인정보에 대한 명확한 범위 설정 및 이에 따른 면밀한 규제방안 수립을 추진해야 한다.

Ⅶ. 결론

본 논문은 인공지능과 블록체인의 기술적 한계점을 각각 살펴보고 상호보완적인 기술융합을 통한 해결방안을 탐색하였다. 그리고 양 기술간 융합 활성화를 위한 정책 개선방안을 도출하였다. 이론적인 측면에서 본 논문은 인공지능의 블록체인 활용과 블록체인의 인공지능 활용을 구분해 개념화하고 기존 관련 정책을 보완하기 위한 정책 개선 프레임워크를 수립한 것에 의의가 있다. 또한, 인공지능과 블록체인의 최신 융합 동향을 분석해 산업계에서 활용할 수 있는 선진사례를 제시하고, 정책 입안자들이 향후 정책 수립 시 선행 연구로

활용할 수 있는 정책 개선방안을 제시한 것에 실질적인 의의가 있다. 그러나 본 연구는 초기 탐색적 연구의 성격이 강하기 때문에, 후속 연구에서는 인공지능과 블록체인 기술을 세분화해 융합 방식을 구체화하고 각각의 기술적, 사회적 파급 효과를 진단해 보다 구체적인 정책 대응 방안을 도출하리라 기대한다.

■ References

- Ahiza Garcia (2019). "Amazon Alexa and Google Home's voice assistant were vulnerable to hackers." *CNN Business*, Oct 21. <https://edition.cnn.com/2019/10/21/tech/alex-google-home-eavesdropping/index.html>. (Retrieved on Feb 5, 2020).
- Choi, B., Hong, S., Yang, H., Lee, J., Jang, P., Jung, I., Jang, H., Baek, S., Park, B., Suh, J., Woo, C., Jin, S., Lee, Y., Lee, S., Yoon, J. & Jung, D. (2018). "Foresight for Policy on Science, Technology, and Innovation (X)." Science and Technology Policy Institute
- {최병삼·홍성민·양희태·이제영·장필성·정일영·장훈·백서인·박병원·서지영·우청원·진철아·이예원·이세만·윤정현·정다예 (2018). 과학기술기반 미래연구사업 X. 과학기술정책연구원.}
- Choi, J. & Son, Y. (2018). "Development Prospect of Blockchain through IoT and AI Convergence." *Journal of KIISE*, 36(12), 28-34.
- {최진철·손영성 (2018). 사물인터넷 및 인공지능 융합을 통한 블록체인 발전 전망. <정보과학회지>, 36권 12호, 28-34.}
- Dinh, T. & Thai, M. (2018). "AI and blockchain: A disruptive integration." *Computer*, 51(9), 48-53.
- Drescher, D. (2017). *Blockchain basics*. Berkeley, CA: Apress.
- Government of Republic of Korea Interdepartment Exercise (2016). *Mid- to Long-Term Master Plan in Preparation for the Intelligent Information Society Managing the Fourth Industrial Revolution*.

- {관계부처합동 (2016). <제4차 산업혁명에 대응한 지능정보 사회 중장기 종합대책>}
- Government of Republic of Korea Interdepartment Exercise (2019). *National Strategy for Artificial Intelligence*.
- {관계부처합동 (2019). <인공지능 국가전략>}
- Government of Republic of Korea Interdepartment Exercise (2020). *Regulatory Sandbox Development Plan*.
- {관계부처합동 (2020). <규제 샌드박스 발전방안>}
- Grand View Research (2019a). "Artificial Intelligence Market Size Worth \$390.9 Billion By 2025." <https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-artificial-intelligence-ai-market>. (Retrieved on Feb 4, 2020).
- Grand View Research (2019b). "Blockchain Technology Market Worth \$57,641.3 Million By 2025." <https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-blockchain-technology-market>. (Retrieved on Feb 4, 2020).
- Jason Brett (2019). "Congress Considers Federal Crypto Regulators In New Cryptocurrency Act Of 2020." *Forbes*, Dec 19.
- Kang, D. (2019). "Numerai, a stock market forecasting blockchain, succeeded in ICO." *The BCHAIN*, Mar 25. <https://www.thebchain.co.kr/news/articleView.html?idxno=3773>. (Retrieved on Feb 5, 2020).
- {강덕중 (2019). "주식시장 예측 블록체인 뉴머라이, ICO 성공." <더비체인>. 3월 25일. <https://www.thebchain.co.kr/news/articleView.html?idxno=3773>. (검색일: 2020.02.05.)}
- Kim, S., Choi, B., Yang, H., Jang, P., Sohn, S., Jang, P., Lee, J., Kim, S., Lee, D., Kim, D. & Song, S. (2017). *Technological Drivers and Industrial Impacts of the Fourth Industrial Revolution*. Science and Technology Policy Institute
- {김석관·최병삼·양희태·장필성·손수정·장병열·이제영·김승현·이다은·김단비·송성수 (2017). <4차 산업혁명의 기술 동인과 산업 파급 전망>. 과학기술정책연구원.}
- Lopes, V. & Alexandre, L. (2018). "An overview of blockchain integration with robotics and artificial intelligence." arXiv preprint arXiv:1810.00329.
- Marcus, G. (2018). Deep learning: A critical appraisal. arXiv preprint arXiv:1801.00631.
- Ministry of Science and ICT. (2018a). *AI R&D Strategy*. {과학기술정보통신부 (2018a). <인공지능(AI) R&D 전략>}
- Ministry of Science and ICT. (2018b). *Blockchain Technology Development Strategy*. {과학기술정보통신부 (2018b). <블록체인 기술 발전전략>}
- Ministry of Science and ICT-KISTEP (2018). *The Future of the Blockchain*.
- Nassar, M., Salah, K., ur Rehman, M. & Svetinovic, D. (2020). "Blockchain for explainable and trustworthy artificial intelligence." *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 10(1), e1340.
- NETMANIAS (2017). "KT Smart Energy Business." <https://netmanias.com/ko/?m=view&id=cshare&no=11866/>. (Retrieved on Feb 5, 2020).
- {넷매니아즈 (2017). "KT 스마트에너지(SE) 사업." <https://netmanias.com/ko/?m=view&id=cshare&no=11866/>. (검색일: 2020.02.05.)}
- Paul R. La Monica (2019). "The best investment of the decade turned \$1 into \$90,000." *CNN Business*, Dec 18. <https://edition.cnn.com/2019/12/17/investing/best-worst-investments-decade-bitcoin/index.html>. (Retrieved on Feb 4, 2020).
- Personal Information Protection Commission (2018). *A Study on the Effect of Blockchain Technology on Personal Information Protection*.
- {개인정보보호위원회 (2018). <블록체인 기술이 개인정보 보호에 미치는 영향에 관한 연구>}
- Salah, K., Rehman, M., Nizamuddin, N. & Al-Fuqaha, A. (2019). "Blockchain for AI: Review and open research challenges." *IEEE Access*, 7, 10127-10149.
- Schwab, K. (2016), *The Fourth Industrial Revolution*, Geneva: World Economic Forum.
- Shin, H. (2019). "China says it will stay ahead in the blockchain sector and will also issue yuan-based digital currency." *MailEconomics*, Dec 4.
- {신현규 (2019). ""블록체인서도 앞서 가겠다"는 중국, 위안화 기반 디지털 화폐 조만간 발행 예정... 달러화 패권 사로잡힌 미국 '리브라'도 꼬여." <메일경제>. 12월

4일.}

- Statista (2020). "Market capitalization of cryptocurrencies from 2013 to 2019." <https://www.statista.com/statistics/730876/cryptocurrency-maket-value/>. (Retrieved on Feb 4, 2020).
- Sundar Pichai (2019). "Why Google thinks we need to regulate AI." *Financial Times*, Jan 20.
- Yang, H., Choi, B., Lee, J., Jang, H., Baek, S. & Kim, D. (2018). *A Prospective Analysis of Artificial Intelligence(AI) Technology and Innovation Policies*. Science and Technology Policy Institute.
- {양희태·최병삼·이제영·장훈·백서인·김단비 (2018). <인공지능 기술 전망과 혁신정책 방향>. 과학기술정책연구원.}
- Yu, J. (2019). "MediBloc Develops World's First Blockchain-Based EMR System Supplied to Kyunghee Dental Clinic." *Chosunilbo*, April 23.
- {유진상 (2019). "메디블록, 세계 최초 블록체인 기반 EMR 시스템 개발...경희치과종합검진센터에 공급." <조선일보>. 4월 23일.}