

## 인공지능을 활용한 정책의사결정에 관한 탐색적 연구: 문제구조화 유형으로 살펴 본 성공과 실패 사례 분석\*

은 종 환\*\* · 황 성 수\*\*\*

### 요약

머신러닝과 딥러닝 등 인공지능 기술의 급속한 발전은 행정-정책 분야에도 영향을 확대하고 있다. 이 논문은 데이터분석과 알고리즘의 발전으로 자동화된 구성과 운용을 설계하는 인공지능 시대의 정책의사결정에 관한 탐색적 연구이다. 이 연구의 의의는 정책의사결정에서의 주요 연구 중 하나인 정책 문제의 문제구조화를 기반으로 하여, 문제정의가 잘 구조화된 정도에 따른 유형으로 이론적 틀을 구성하여 성공과 실패 사례를 구분하고 분석해서 시사점을 도출하였다. 즉 문제구조화가 어려운 유형일수록 인공지능을 활용한 의사결정의 실패 혹은 부작용의 우려가 크다는 것이다. 또한 알고리즘의 중립성여부에 대한 우려도 제시하였다. 정책적 제언으로는 우리나라 인공지능 추진체계구축 시 기술적 측면과 사회적 측면의 전문가들이 전문적으로 역할을 하는 소위원회를 병렬적으로 두고 이 소위원회들이 종합적, 융합적으로도 작동할 수 있는 운영의 모를 발휘하는 거버넌스 추진체계 구축이 필요함을 제시하고 있다.

주제어 : 알고리즘 거버넌스, 인공지능, 정책의사결정, 문제구조화, 증거기반정책, 데이터기반 행정

## An Exploratory Study on Policy Decision Making with Artificial Intelligence: Applying Problem Structuring Typology on Success and Failure Cases.\*

Eun, Jong-Hwan\*\* · Hwang, Sung-Soo\*\*\*

### Abstract

The rapid development of artificial intelligence technologies such as machine learning and deep learning is expanding its impact in the public administrative and public policy sphere. This paper is an exploratory study on policy decision-making in the age of artificial intelligence to design automated configuration and operation through data analysis and algorithm development. The theoretical framework was composed of the types of policy problems according to the degree of problem structuring, and the success and failure cases were classified and analyzed to derive implications. In other words, when the problem structuring is more difficult than others, the greater the possibility of failure or side effects of decision-making using artificial intelligence. Also, concerns about the neutrality of the algorithm were presented. As a policy suggestion, a subcommittee was proposed in which experts in technical and social aspects play a professional role in establishing the AI promotion system in Korea. Although the subcommittee works independently, it suggests that it is necessary to establish governance in which the results of activities can be synthesized and integrated.

Keywords : algorithm governance, artificial intelligence, policy decision making, problem structuring, evidence-based policy, data-based administration

Received Oct 8, 2020; Revised Nov 24, 2020; Accepted Nov 26, 2020

\* This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government(NRF-2017S1A3A2066084).

\*\* Researcher, Public Policy Center of Intelligent Society and Policy(jo.eun3299@gmail.com)

\*\*\* Professor, Department of Public Administration, Yeungnam University(sungsoohwang@ynu.ac.kr)

## I. 서론

본 연구의 목적은 인공지능을 활용한 정책의사결정의 특성을 탐색적으로 분석하는데 있다. 다양한 사회문제를 정책문제화 하는 과정에서 문제의 구조화 정도에 따라 인공지능의 활용 가능성과 의사결정 권한의 위임 가능성이 다르게 적용될 필요가 있다는 것을 이론적 논의를 바탕으로 실 사례에 대한 분석을 통해 논의해 보고자 한다. 4차 산업혁명의 선두주자가 되기 위한 각국의 노력과 투자가 가시화되며 세계적 경쟁이 치열해지고 있다. 일례로 최근 우리나라는 디지털 뉴딜정책 그 중 데이터 댐 구축이라는 핵심과제를 추진하고 있다(Hwang, 2020). 이와 함께 데이터 3법의 개정, 데이터기반행정 활성화에 관한 법률 통과로 행정학, 정책학 분야에서 데이터 활용, 인공지능 기술의 추진처럼 이를 활용한 분석과 이에 따른 사회적 영향에 대한 이론적 실제적 관심이 증가하고 있다(Sung & Hwang, 2017; Kim, 2016; Lee, 2017; Makridakis, 2017).

정책적 관점에서 인공지능은 국정운영에 필요한 거버넌스에도 활용될 수 있다. 즉, 인공지능을 활용한 알고리즘을 도입하여 정책의사결정 그리고 정책집행을 자동화, 효율화하려는 시도가 진행되고 있다. 이는 데이터 기반 행정(Data-Driven Administration), 민첩한 정부(Agile Government), 디지털 전환(Digital Transformation), 지능형 정부 추진이라는 구체적인 흐름으로 나타난다(Cho, 2020).

이러한 인공지능을 활용한 정책의사결정의 이론적 배경에는 정책 의사를 증거에 기반을 두어 결정하여야 한다는 증거기반정책의사결정(Evidence-Based Policy Decision Making)이 존재한다(Barends & Rousseau, 2018). 디지털 기술 발전에 기반한 데이터 분석(Data Analytics)의 발전은 증거기반정책의사결정의 실제 구현 가능성을 높여주고 있다. 특히 최근에는 인공지능에 근거한 의사결정이 실제 생활에 적용 및 활용되면서 공익, 법률, 사회정의, 윤리적 관점에서 알고리즘 거버넌스에 대한 관심이 높아지고 있다(Richterich, 2018; Sung

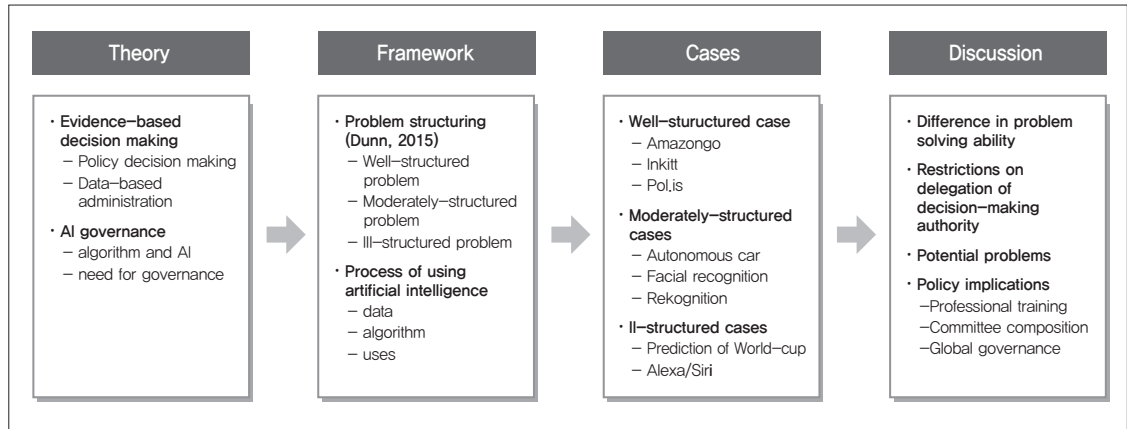
& Hwang, 2017; Prasad & Perez, 2020).

알고리즘에 기반한 인공지능의 파괴적 혁신이 가시화되며 사회변화에 대한 긍정적 기대와 부정적 기대가 엇갈리고 있다. 특히 최근에는 인공지능 알고리즘이 가져오는 부정적 위협이 가시화 되고 있다. 아마존 인력 채용 과정에서의 인공지능 활용이 가져오는 남녀차별 문제(Kim, 2018), 페이스북의 대량 개인정보 유출로 인해 사생활 침해(Young & Quan-Haase, 2013)는 혁신을 위한 인공지능 알고리즘 개발과 활용의 방임이 오히려 사회의 질서와 개인의 기본권리를 해칠 수 있음을 보여준다. 이런 맥락에서 인공지능의 혁신적 측면을 장려하되 파괴적 측면을 최소화하기 위한 수단으로 알고리즘 거버넌스에 대한 최근의 관심을 이해할 수 있다(Napoli, 2014; Richards & King, 2014; Brkan, 2019).

이 연구에서는 정책의사결정의 기본적인 주요 이론인 증거기반정책결정을 기반으로 정책분석에서 주요하게 다루고 있는 문제구조화를 인공지능 기술의 정책의사결정 즉 인공지능 거버넌스와의 연관성을 탐색적으로 연구하였다. 문제의 특성 가운데 문제구조화 정도에 주목하고 인공지능 활용의 성공과 실패를 연결해 보고자 한 점이 이 연구의 의의라고 볼 수 있다.

이를 탐구하기 위해 본 연구에서는 인공지능 발전의 토대가 되는 데이터기반 정책의사결정과 행정의 기반이 되는 증거기반 의사결정과, 그리고 사회적통제 장치로서 알고리즘 거버넌스에 대한 논의를 정리한다. 이러한 논의를 바탕으로 인공지능을 활용한 정책의사결정은 인공지능이 해결할 문제의 특성, 즉 문제구조화 정도(Dunn, 2015)에 따라 강하게 영향을 받음을 실제 인공지능 활용사례를 토대로 분석한다. 이를 바탕으로 향후 알고리즘 거버넌스에 대한 이론적·정책적 제언을 제시한다.

이 연구는 다음과 같은 순서로 전개된다. 인공지능 알고리즘이 인간의 역할을 대체할 수 있는 이론적 바탕으로 증거기반 의사결정과 데이터기반행정의 연결고리를 탐색한다. 그리고 인공지능의 개념과 특성에 대해서 논의하고 그것의 사회적 파급효과를 다루는 수단으로 알고리즘 거버넌스의 필요성에 대해 서술한다. 그



〈그림 1〉 분석 흐름도  
〈Fig. 1〉 Analytical Flowchart

러한 다음 인공지능 사례를 분석하기 위한 분석틀로 Dunn(2015) 정책분석 모형과 Kim and Eun(2020)의 인공지능 의사결정의 가능성과 한계점에 관한 분석틀을 소개하고 이를 종합한다. 분석틀의 관점에서 인공지능이 실제 현장에서 활용되는 사례들을 평가하고 이를 바탕으로 시사점을 탐색한다. 이를 토대로 알고리즘 거버넌스의 현황과 특성을 평가하고 향후 인공지능 거버넌스에 대한 이론적 실질적 시사점을 제안해 보고자 한다.

## II. 이론적 배경 및 관련 연구 분석

### 1. 증거기반정책결정과 데이터 기반 행정<sup>1)</sup>

증거기반정책결정은 1990년대 이후 정책결정연구에서 그리고 실제 정부 운영 및 국제기구 지원사업 결정과정에서 언급되고 활용되는 용어이다. 정치적인 고려와 관행적인 판단이 아닌 정책정보, 분석 및 평가 정보라는 증거를 바탕으로 의사결정과 정책결정을 할 때 합리적 효과적 정책결정이 된다는 것이다(Davies &

Nutley, 2000). 그러면 정책의 질이 제고된다는 합리적인 세계관에 기인한다. 물론 실제 정책 현장에서는 가치의 충돌이 큰 분야(예: 환경정책)에서는 정치적 의도가 있거나 선택적으로 활용되다 보니 증거기반정책결정에 대한 이견도 존재한다. Vig and Kraft (2012)에 따르면 부시 정부에서는 증거기반정책결정 도입(예: 환경부의 비용편익분석 의무화)이 오히려 환경규제정책을 줄이는 결과를 초래하였다는 보고가 있다. 즉 증거불충분이나 반대 증거를 활용하여도 정치적 가치의 개입이 현실적으로 발생한다는 것이다. Shapiro(2009)가 지적하듯이 서로 다른 정치 이데올로기에서 비롯된 다른 시각들이 통계나 조사결과치에 다른 해석을 활용하는 것처럼 증거기반 정책도 정치적인 가치에 영향을 받을 때가 많다. 동일한 맥락에서 Head(2010)는 증거기반정책결정은 정부의 행정서비스제공이나 문제해결에 대한 역량을 증진시키는 데에는 긍정적인 기여를 하고 있지만 정치적인 의사결정구조에서는 기술적인 의미의 합리적 의사결정이 항상 이루어질 수 없기 때문에 증거기반정책결정의 실제적 한계를 지적하고 있다.

1) 이 부분의 일부는 저자(황성수)의 공저인 "Portrait of Data-Based Policy Making in Indonesia and Korea (2019)"의 일부를 발췌, 수정, 보완하여 활용하였다.

정부 행정의 효율성 제고를 위해서 분야별 정보의 수직적 수평적 융합과 방대한 용량의 데이터 분석이 가능해진다면 적시성이 높고 문제해결 능력이 높아질 수 있다고 생각하는 것이 데이터 기반 행정의 기본적 개념이다(Oh, 2017). 널리 알려진 사례 중 하나인 서울시 심야버스 노선조정은 버스운행 관련 데이터와 통신사를 통해 파악된 위치정보로 잠재적 버스 이용자의 동선분석으로 서울시와 경기도민에 교통행정 서비스 제공의 질을 높인 바 있다(Jang, 2014). 특히 증거기반정책결정은 1997-2001년 영국 블레어(Blair)정부의 정부 개혁 및 현대화 수단으로 활용되면서 실무적인 차원에서 관심을 갖게 되었다(Oh, 2015). 요약하자면 증거기반정책결정이란 정책결정자에게 정책개발 및 집행 연구 등을 위해서는 활용 가능한 증거를 제공함으로써 의사결정을 잘 할 수 있도록 하는 접근방법이라고 이해할 수 있다 (Davies & Nutley, 2000). 증거기반 의사결정은 영국, 호주, 미국 등의 국가에서 시작해 보건 및 사회복지분야, 환경, 에너지, 경찰, 원조 등의 정책결정 과정에서 활용이 증대되고 있다. 성과평가, 정책분석 및 평가, 원조 효과성 평가가 점점 더 강조되는 것도 이러한 증거기반정책결정과 맥락을 같이 한다.

이러한 증거기반정책결정은 정책결정과정에서 이데올로기와 정치의 영향력을 줄이고 정책결정자들에게 실질적으로 어떤 정책프로그램이 잘 작동할 수 있을지 알려줘 결과적으로 좋은 정책결과를 도출하려는 의도이다(Boaz, et al., 2008). 여기서 정책 결정을 위한 증거란 여러 가지의 지식에 근거한다. 선행연구 조사, 단일사례 연구, 파일럿 스터디, 비교사례연구 등이 그 예이다. 정책분석 및 평가 그리고 정책결정에 있어 이러한 증거를 구하는데 당연히 데이터의 역할은 중요하다고 인지된다.

데이터기반 행정 활성화에 관한 법률 제정안(제2조 2호)에 따르면 ‘공공기관이 생성하거나 다른 공공기관 및 법인·단체로부터 취득하여 관리하고 있는 데이터를 수집·저장·가공·분석·표현하는 등(이하 ‘분석 등’이라 한다)의 방법으로 정책 수립 및 의사결정에 활용함으로써 객관적이고 과학적으로 수행하는 행정’을 데

이터기반행정으로 정의하고 있다. 이런 맥락에서 데이터기반 행정이란 정책결정자가 정책을 정부 사업의 개발, 실행, 평가에 컴퓨터 기술의 발달로 인해 향상된 데이터 수집, 통합, 및 분석 기술과 활용 가능해진 정보를 활용 및 확산하는 것을 지칭하는 용어로 사용되고 있다(Yoon, 2018). 기존의 경험이나 직관적인 정책수립 및 의사결정을 지양하고 데이터 분석을 통하여 데이터 기반에 근거를 두는 객관적이고 과학적인 행정을 구현하고자 하는 것을 말한다. 일례로 우리나라 인천시에서는 데이터 기반행정의 비전을 데이터 기반 정책혁신을 통한 인천시민의 삶의 질 향상, 목표를 정보매개 소통형 시정, 데이터기반 과학적 의사결정, 수요자 맞춤형 생활문제 해결로 삼고 데이터 행정 인프라 확충, 데이터 기반의 일하는 방식 개선, 데이터 거버넌스 구축의 세 가지 구분으로 10개의 추진과제를 실행하고 있다(Incheon Metropolitan City, 2020).

데이터 기반 행정은 증거기반정책결정에 뿌리를 두고 정보통신기술의 발달에 따른 대용량 데이터 처리 및 분석하거나 최신 데이터 분석 기법을 활용해서 행정서비스를 제공한다. 문재인 정부의 지능형 정부 그리고 이전 박근혜 정부의 정부 3.0에서 이러한 흐름을 볼 수 있다. 2017년 정부 자료를 살펴보면 의사결정 시 사이버 공간에 축적된 지식과 지능을 인공지능 기술을 활용해 인간의 개입을 줄이고 자동화된 의사결정, 자동화, 무인화 된 행정서비스 제공을 지향한다(Ministry of the Interior and Safety, 2017). 즉, 정책 결정의 자동화, 객관화는 증거기반정책결정과 맥을 같이 한다. 행정서비스를 제공하는 측면에서는 전자정부의 고도화와 맥을 같이 하고 있다고 볼 수 있다. 아직은 의사결정의 합리화(기계화)와 행정서비스 제공의 자동화 어느 쪽을 더 중요시 하는지는 초기단계 이기에 판단하기엔 이르다. 굳이 양 측면을 논의하는 이유는 알고리즘을 바탕으로 한 인공지능이 어떠한 영역에서 더 큰 파급력(효과 및 부작용)을 가지는지, 어떠한 부문에서 우리가 기대치와 현실의 괴리가 더 큰지에 대해 알아보고자 함이다.

〈표 1〉 데이터 기반 행정의 품질에 영향을 미치는 요소  
 〈Table 1〉 Factors affecting the quality of data-driven administration

Factor	Explanation
Governance agreement	*Data-related agreements between organizations promote mutual understanding, clarify procedures and accountability, and improve communication.
Relational Governance	*Building trust to share the knowledge needed to interpret data
Ability to Data analysis	*Capacity about analyzing the Data
Knowledge exchange	*Includes knowledge of each organization's data when data is exchanged
Cooperation	*Cooperation between data providers, analysts and decision makers
Integration and standardization of procedures	*Integration and standardization of procedures improves the data chain
Regularization	*Improvement of analysis speed through regularization
Flexible infrastructure	*Degree of infrastructure establishment for efficient use of resources for data analysis and utilization
Human resources	*Data analysis expert
Quality of Data source	*Reliability, accuracy and meaning of data
Quality of Decision makers	*Decision makers need to understand the analysis results and implications

source: Seo (2018)

증거기반정책결정에서 진화를 하고 있다고 볼 수 있는 데이터기반행정의 차별점 두 가지를 정리하자면 첫 번째로는 컴퓨터 기술의 발달과 함께 원천 데이터(Raw Data)의 증가 및 분석 처리능력의 증대이다. 두 번째로는 이러한 데이터분석기술은 기존의 분석이 가져다 주지 못하는 통찰(Insight)을 가져다 줄 수 있다(Jordan & Mitchell, 2015). 즉, 증거기반정책결정의 과학적 근거 도출과 합리적 의사결정에 추가하여 다양한 분야의 현상을 융합적인 데이터 분석을 통해 통찰을 도출하고 선제적으로 예측하여 민첩하게 대처하는 정부(Agile Government)를 지향하는 것이다.

Daegu Gyeongbuk Development Institute (2019)은 데이터 기반 행정의 성공을 위한 품질에 영향을 미치는 요소를 〈표 1〉과 같이 제시하며 데이터 소스의 품질과 분석전문가의 확보 그리고 의사결정자가 협력하여

통찰을 도출할 수 있어야 함을 강조한다.

증거에 기반한 데이터 행정은 다음과 같은 쟁점이 존재한다고 볼 수 있다. 첫째, 데이터가 가치 중립적인가의 문제이다(Tam & Kim, 2018). 데이터를 선택하고 분류의 기준, 기록 방식을 선택하는 과정이 특정한 가치 지향을 전제한다(Raub, 2018). 즉, 증거기반 의사결정을 위해 타당하거나 올바른 데이터를 식별하고 모을 필요가 있다는 점은 데이터가 가치 중립적이지 않을 수 있음을 시사한다. 따라서 데이터 기반 행정 또한 가치 판단의 문제로부터 자유로울 수 없다. 둘째, 모든 정책의사결정에 데이터 기반 행정을 도입해야 하는가의 문제가 존재한다. 데이터 기반 행정은 특정 부분에서는 아주 효율적일 수 있지만 모든 행정에 일률적으로 적용되기 어려운 한계가 있다(Kim & Eun, 2020). 이와 같은 쟁점들의 기저에는 증거기반 의사결



정이라는 이론적 기반 뿐 아니라 인공지능 알고리즘으로 표현되는 데이터 기반 행정의 특유한 기술적 기반과도 관련된다.

## 2. 인공지능과 알고리즘 거버넌스

### 1) 인공지능과 알고리즘

인공지능(Artificial Intelligence)이란 언어의 의미를 두고 보면 지능을 인공적으로 구현하는 인공물(기계, 컴퓨터, 로봇 등)을 지칭한다. 이러한 맥락에서 인공지능의 아버지라 불리는 McCarthy(1998)는 인공지능이란 지능적인 기계를 만드는 과학과 공학(the science and engineering of making intelligent machines)으로 정의하였다(McCarthy, 1998).

알고리즘은 인공지능을 구성하는 핵심요소 중 하나이다. 알고리즘은 사전적으로 “어떠한 문제를 해결하기 위한 여러 동작들의 모임”으로 정의된다. 즉, 알고리즘은 과업을 수행하거나 문제를 해결하기 위한 일련의 절차를 의미한다(Shin, 2018). 인공지능에서의 알고리즘은 주어진 현상을 분석하고 해석하는 일련의 절차와 수단을 의미한다고 볼 수 있다. 이때 인공지능의 고유한 특성이라 할 수 있는 학습을 통한 적응성(Adaptivity)과 자율성(Autonomy)의 의미가 결합 된다면 인공지능은 사회현상을 학습해서 구성한 알고리즘을 바탕으로 자율적으로 행동하는 기계라고 이해할 수 있을 것이다. 즉, 알고리즘은 인공지능을 작동하게 하는 핵심 메커니즘의 다른 말이라 할 수 있다. 알고리즘은 컴퓨터, 기계, 소프트웨어와 동일한 맥락에서 사용되며 일정 정도 인간의 역할을 대체하는 의미로 사용된다(Doneda & Almeida, 2016).

인공지능 알고리즘은 인간의 삶에 직접적 영향을 미치며 그 역량의 탁월성 만큼 부작용 또한 주목받고 있다(Brown, 2014; Makridakis, 2017). 인공지능의 자율적 적응적 특성을 기반으로 발전하는 알고리즘은 개발자의 의도, 분석의 기반이 되는 데이터의 특성, 활용 환경의 특성에 따라 조작의 위험, 편의(Biases), 검열, 사회적 차별, 사생활과 재산권의 침해, 시장의 남용 등

의 문제와 관련되어 다양한 사회적 문제를 발생시키고 있다(Doneda & Almeida, 2016). 인공지능은 특히 최근, 딥러닝에 기반한 알고리즘의 개발과 적용은 그 결과의 파급력과 알고리즘의 개발자(Designer) 조차도 알기 어려운 불투명성의 문제를 양산하고 있다.

### 2) 인공지능 거버넌스

인공지능이 개발되고 활용되는 과정은 모두 유기적으로 연계되어 있다. 그 과정은 크게 세단계로 구분할 수 있다(Russell & Norvig, 2016). 첫번째는 데이터(Data) 수집 관리 단계이다. 데이터는 인공지능의 사고와 행동 그리고 판단의 경험적 원천이기에 가장 중요한 자원이다(The Economist, 2017.5.6.).

두 번째 단계는 알고리즘 개발이다. 알고리즘은 과업을 수행하거나 문제를 해결하기 위한 일련의 절차를 의미한다(Shin, 2018). 인공지능에서의 알고리즘은 주어진 현상을 분석하고 해석하는 일련의 절차와 수단을 의미한다고 볼 수 있다. 이때 인공지능의 고유한 특성이라 할 수 있는 학습(Learning)을 통해 인간의 지능을 대체하여 주어진 상황에 적응(Adaptivity)하여 자율적(Autonomy)으로 판단할 수 있는 의사결정 수단으로 이해할 수 있다. 그런데, 인공지능은 인간이 아니기 때문에 법적 책임 등 사회적으로 어떻게 규정지을지 모호하다(Lee, 2016).

세 번째는 인공지능 또는 개발된 알고리즘을 실제 사회에 적용하는 과정이다. 활용은 실제 인간 삶에 직접적으로 개입한다는 점에서 신중할 필요가 있다. 2018년 3월 미국 애리조나 주에서 자율주행자동차의 보행자 사망사고 사례처럼 많은 경우 실험 주행에서는 문제가 없었지만 미세한 오작동이 인간의 생명을 앗아가는 경우가 발생할 가능성이 상존하기 때문이다.

각 핵심과정별 실패 또는 문제가 될 수 있는 상황은 다음과 같다. 첫째는 인공지능의 연료가 되는 데이터 수집과정에서의 문제이다. 전통적으로 데이터 수집은 개인의 동의하에 엄격하게 이루어졌지만 최근에 활용되는 데이터는 데이터의 내용과 특성이 달라지고 디지털을 기반으로 언제 어디서나 쉽게 수집될 수 있다(Stahl

& Wright, 2018). 또한 데이터 수집과정에서 발생하는 윤리문제에 대한 이슈도 존재한다(Byun, 2020). 데이터의 문제는 많은 경우 개인정보 유출과 사생활 침해 문제와 관련된다. 인공지능 알고리즘은 데이터를 구성하는 개인정보를 바탕으로 부가가치를 생산하기 때문에 페이스북 개인정보 유출사례 같은 사고는 인공지능이 발달과 함께 언제 어디서든 발생할 수 있다.

둘째는 인공지능이 자율적으로 분석해내는 알고리즘의 문제이다. 개발된 알고리즘은 도덕적 윤리적 판단의 주체가 될 수 없지만, 알고리즘은 인간을 대리하여 의사결정과 행동을 수행할 수 있다. 이러한 점 때문에 어떤 데이터를 학습하느냐에 따라 편향(Bias)이 발생하고 이는 사회적 편견(Prejudice)으로 드러날 수 있다(Byun, 2020). 아마존이 개발한 인재채용 알고리즘이 대표적이다. 아마존이 개발한 인재채용을 위한 인공지능은 알고리즘은 성차별적 편견을 그대로 반영하여 인재채용에 있어서 여성에 비해 남성에게 높은 점수를 주는 문제점이 발견되었다. 그리고 투명성과 설명가능성의 문제이다. 인공지능이 어떤 과정을 통해 그러한 의사결정 구조를 가지게 되었는지에 대해 의사결정의 대상이 되는 사람들이 이를 투명하게 알기 어려울 뿐 아니라 전문성의 차이로 인해 쉽게 이해하기 어렵다. 이러한 문제는 경우에 따라 인공지능에게 의사결정을 과도하게 위임할 경우 심각한 문제가 초래될 수 있음을 암시한다.

끝으로 인공지능의 실제 활용 과정에서의 문제이다. 알고리즘이 실제 생활에서 적용되면 예상치 못한 새로운 문제를 가져올 수 있다. 아마존의 알렉사와 같은 음성인식 기반 인공지능은 텔레비전의 음성과 실제음성을 구분하지 못해 잘못된 주문을 하는가 하면 우버의 자율주행 자동차가 애리조나에서 자전거를 탄 사람을 인식하고도 정지하지 못해 사망사고를 낸 사실이 있다(Synced, 2018). 또한 개발자가 나쁜 의도를 가질 경우 목소리 모방 인공지능은 보이스피싱과 같은 범죄에 쉽게 활용될 수 있다. 이런 점에서 보면 인공지능이 전 세계를 더 나은 상태로 파괴적으로 '혁신'할 것이라는 긍정적 기대 뿐 아니라 '파괴'된 것들의 특성을 주의

깊게 살필 필요가 있다. 즉, 인공지능이 우리 사회를 변화시켜 나가게 될 것들에 관하여 살피고 대비하여 기존의 사회질서에 평화롭게 안착하고 기존의 법규정과 조화를 이루어 나가게끔 이끌어 나아가는 거버넌스 체계를 정교하게 구조화 할 필요가 있다.

이러한 문제에 대응하기 위한 통제 장치로써 알고리즘 거버넌스(algorithm governance)가 요청된다(Ouyang, 2020; Saurwein et al., 2015; Ziewitz, 2016). 알고리즘 거버넌스(algorithm governance)는 알고리즘이 가져오는 문제점에 대응하는 규제적 체제이며 동시에 일본만 아니라 알고리즘이 주도하는 인공지능 등 4차 산업혁명의 지속가능한 발전을 위한 사회적 협력 체제로 해석된다.

알고리즘 거버넌스의 핵심 쟁점은 네 가지로 구분된다(Richards & King, 2014). 첫째, 사생활(privacy)을 어떻게 확보할 것인가이다. 인간의 데이터를 활용하는 알고리즘은 안전장치의 거버넌스가 없을 경우 사생활 노출 가능성이 높다. 둘째, 보안(confidentiality)의 문제이다. 알고리즘의 개발 과정은 데이터 간 결합과 이전이 빈번하다. 이때 보안이 내·외부 요인으로 취약할 수 있으며 이를 통제할 거버넌스가 요청된다. 셋째, 투명성(transparency)이다. 알고리즘은 인간의 삶에 영향을 미치기 때문에 그것이 어떤 과정을 거쳐 영향을 미치는지 인간이 알지 못한다면 신뢰가 어려울 것이다. 네 번째는 정체성(identity)의 문제이다. 알고리즘은 빅데이터를 기반으로 인간의 생각과 행동을 추측하고 유혹한다. 인간은 스스로 자기를 결정하기 이전에 알고리즘에 의해 규정 당한다. SNS나 넷플릭스의 개인 맞춤형 추천 알고리즘이 대표적이다.

EU의 GDPR, 최근 우리나라의 데이터3법은 위와 같은 쟁점들에 대한 현실 대응이다(Lee, 2020). 실명정보와 익명정보 사이에 '가명정보'라는 개념 생성하여 개인정보 보호와 데이터 및 알고리즘 산업의 발전을 동시에 유도한다. 악의적 이용에 대해 기업 매출액의 최대 3%(한국), 4%(EU)에 달하는 제재금을 부과하여 악용 가능성을 낮추었다. 또한 설명가능성(explainability),

투명성(transparency)에 대한 규정을 통해 알고리즘 거버넌스의 민주성과 신뢰성 확보를 유도하고 있다.

그래서, 알고리즘 거버넌스에 관한 기존의 논의들을 보다 구체적으로 다루기 위해서는 다음과 같은 점을 우선 짚어볼 필요가 있다. 첫째, 알고리즘이 사회에 던지는 문제 상황 자체를 이해할 필요가 있다. 앞선 논의들은 대부분 알고리즘의 문제 상황의 특성에 대해서는 주목하고 있지 않다. 그러나 문제를 어떻게 파악하느냐에 따라 문제에 대한 분석과 해결방안에 대한 관점이 다르게 제시될 수 있다(Dunn, 2015; Kim & Eun, 2020). 본 연구에서는 정책분석에서 활용되는 문제 구조화 정도에 따른 문제분석틀을 가져와 알고리즘이 사회에 가져다주는 문제들을 이해하는 새로운 관점을 제시해 보고자 한다. 둘째, 이 분석틀에 비추어 알고리즘이 가져다주는 사회문제들을 어떻게 분석하고 해석할 수 있는지에 대해 시사점을 제공할 필요가 있다. 단순히 사안에 따라 열거되는 알고리즘의 문제점과 해결방안에 대한 접근법이 아닌 사회문제에 대한 구조적 분석틀을 통해 이해하여 알고리즘 거버넌스의 확립 방안에 대한 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 셋째, 알고리즘이 만들어내는 문제를 바라보는 새로운 관점은 현재 우리나라가 구축하고 있는 알고리즘 거버넌스에 대한 정책적 시사점을 제공할 것이라 기대된다.

### III. 탐색적 분석

#### 1. 분석틀의 구축

인공지능이 가져올 사회 변화와 문제에 대응하기 위해서는 알고리즘의 개발과 활용이 가져오는 문제의 본질을 파악하기 위해 Dunn(2015)의 문제구조화(Problem-Structuring) 정도에 따른 분석틀과 Kim and Eun(2020)의 인공지능 의사결정의 가능성과 한계에 관한 분석틀을 활용하여 인공지능의 가능성과 실패 사례를 해석하는 분석틀을 정립해 보고자 한다.

Dunn은 사회문제 해결을 위해서는 적절한 문제 구

조화를 통해 올바른 해결에 다가갈 수 있다고 본다(Simon, 1973; Dunn, 2015). 그는 정책분석이 올바르게 이루어지기 위해서는 우선 정책문제의 감지(Sensing)를 통한 문제 상황에 대한 파악과 올바른 정책구조화(Policy Structuring)를 통해 정책 문제의 해결(Solving)에 닿을 수 있다고 보았다. 정책은 바람직한 사회 상태를 이루기 위해 선택한 중요한 행동지침이라는 점에서 보면 인공지능이 유발하는 다양한 사회의 제나 문제들을 어떻게 구조화하느냐에 따라 문제해결의 방향이 달라질 것이다.

Dunn(2015)은 사회현상에 대한 정책 문제는 구조화가 잘된 문제, 구조화가 잘 안된 문제, 구조화가 어느 정도 된 문제로 분류될 수 있다고 보며 많은 경우 구조화가 어느 정도 된 문제라 볼 수 있으며 정책분석의 한계와 가능성을 제시하고 있다.

구조화된(Well-Structured) 정책문제는 정책결정자의 선호, 정책문제에 대한 해결대안, 그리고 결과 간의 인과관계가 확실하게 구조적으로 정립된 문제이다. 따라서 문제들은 수리적 방법으로 통제 계산 가능하며 정확한 답을 찾을 수 있다(Dunn, 1988). 하지만 구조화되지 못한(Ill-Structured) 정책문제는 정책결정자의 선호, 문제 해결대안, 결과 상황에 대한 인과관계에 대한 구조가 부재한 상황이다.

구조화되지 못한 문제는 잘 구조화된 문제와 반대의 특성을 지니며 현실 세계의 문제 상황과 가깝다. 즉, 문제 정의, 문제 해결방법, 인과관계에 대한 이론에 대해 이해관계자마다 입장의 차이가 있어 문제에 대한 관점이 다르고, 논쟁의 여지가 있다(Simon, 1973; Dunn, 1988).

한편, 양자 사이에 있는 '어느 정도 구조화된 문제'는 문제 상황에 대한 인식을 공유하지만 하위 구성요소들의 구조나 이에 대한 해결책이나 대응전략에 대해서는 정보의 불비나 해석의 차이로 인하여 이견이 있다. 하위의 구조적 요소들 가운데 이론이 정립된 것도 있고 아닌 것도 있어서 확률적으로 추정 가능한 상황에 놓인 문제들은 이러한 분류로 지적된다(Dunn, 2015).

이러한 문제해결에 있어 구조화 가능성 여부는 인공



〈표 2〉 문제의 특성과 의사결정자의 특성에 따른 행정-정책 의사결정 유형 분류  
 (Table 2) A Types of Policy Decision-Making

Problem situation	Decision-maker's situation	
	Machine learning decision-making based on rationality	Human decision-making based on bounded rationality
<b>Structured problem</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The nature of the problem is well known</li> <li>• Clear goal of problem solving,</li> <li>• There is a decision-making standard to achieve the goal</li> </ul>	<b>Type 1: Machine Learning Decision Making</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Full use of all available information</li> <li>• After searching all possible alternatives according to the pre-suggested criteria, an optimal solution is derived.</li> </ul>	<b>Type 2: Traditional decision making</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Full use of all available information is impossible due to cognitive limitations</li> <li>• After comparing some of the available alternatives according to the pre-suggested criteria, an appropriate solution is derived.</li> </ul>
<b>Unstructured problem</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The nature of the problem is unknown (new problem)</li> <li>• Ambiguous goal of problem solving</li> <li>• Lack of decision-making standards to achieve goals</li> </ul>	<b>Type 3: Limitations of machine learning</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cannot arbitrarily set goals for solving new problems</li> <li>• Unable to judge what information to use for problem solving</li> <li>• It is impossible to derive a solution because the target is unclear and there is no information utilization standard.</li> </ul>	<b>Type 4: Meta decision making</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determining what goals to set for solving new problems</li> <li>• Decision on what information to use for problem solving</li> <li>• To derive the best solution by adjusting the scope of the goal and information to be used according to the problem situation</li> </ul>

source: Kim & Eun(2020:268)

지능과 머신러닝에 기반한 의사결정의 가능성과 한계에서도 중요한 영향을 미친다. Kim and Eun (2020)은 인공지능이 정책의사결정을 대리하거나 보조할 수 있는가의 문제에 대한 탐구에서 문제 상황(의사결정상황)의 구조화 여부를 중요한 결절점으로 다루고 있다. 그들은 의사결정자가 완전한 합리성을 구현하느냐 아니면 제한된 합리성(Bounded Rationality) 상태에 있느냐, 그리고 구조화된 문제인지 비구조화 된 문제인지에 따라 네 가지 의사결정 상황이 존재한다고 보았다. 이를 토대로 그들은 인공지능 의사결정의 사례 분석을 통해 구조화된 문제에 대해서 완전한 합리모형을 적용할 경우 인간의 제한된 의사결정 보다 나은 의사결정을 할 수 있음을 제시하는데 비해, 비구조화 된 문제에 대해서 완전한 합리모형(인공지능 활용)을 적용하는 경우

에는 잘못된 정보나 누락된 정보로 인한 잘못된 해결책의 도출, 새로운 문제 상황에 대한 판단 불가능으로 인한 문제 등이 발생하는 반면, 비구조화 된 문제에 대해서는 인간의 메타의사결정 능력이 주요한 영향을 미침을 제시하고 있다.

이상의 논의를 종합하여 분석틀을 정립하면 다음과 같다. 인공지능의 개발되고 활용되는 과정을 데이터, 알고리즘, 활용으로 나누고 구조화된 정도를 Dunn의 구조화된 정도에 따라 3단계(구조화가 잘된 문제, 구조화가 어느 정도된 문제, 구조화가 안 된 문제)로 매트릭스를 구성해 보고자 한다. 이때 각 단계별 구성 내용에 들어갈 수 있는 해석은 Kim and Eun(2020)의 머신러닝 의사결정의 내용을 참고하여 구성하여 볼 수 있다.

즉, 구조화가 잘된 문제는 데이터의 수집이 안전하고

〈표 3〉 구조화의 정도와 인공지능의 활용

〈Table 3〉 The level of problem structuring and use of Artificial Intelligence

use of AI	The level of problem structuring		
	Well-structured problem	Moderately-structured problem	Ill-structured problem
Data	Be sure what information you need Necessary information content and measurement data exactly match	Be sure what information you need Difficulty measuring necessary information accurately	Difficulty determining what information is needed Difficulty knowing what to measure
Algorithm	The analysis model has been formulated Clear causal relationship is known	The analysis model is partially formulated Probabilistic estimation is possible, but cannot explain all phenomena	Algorithm formation is difficult because there is no analysis model The situation cannot be predicted because the causal relationship is unknown.
Utilization	Authorization can be delegated to the AI if verified If the subject of use has unethical intentions, there is always the possibility of abuse	Delegation of authority is difficult before solving an inexplicable problem Difficulty delegating authority to artificial intelligence until structuring is clear.	After going through the structuring stage through human meta-decision making, the use of artificial intelligence can be reviewed.

완벽하게 이루어진다면 알고리즘의 개발과 활용에 문제가 없을 것이다. 따라서 이런 문제에 대해서는 인간을 대리하여 인공지능 알고리즘이 역할을 수행할 수 있을 것이다. 하지만 완벽하게 구조화된 문제라 하더라도 활용하는 주체가 비윤리적 목적을 가진다면 인간의 권리를 심각하게 침해하거나 공공가치를 훼손할 수 있다는 점을 주의할 필요가 있다. 반면, 구조화가 안 된 문제의 경우에는 인공지능을 활용하기 어렵다. 즉, 어떤 정보를 활용해야 할지에 대해 알 수 없기 때문에 타당한 알고리즘 형성이 어려우며 활용이 불가능하고 만약 활용한다면 매우 위험한 상황을 초래할 수 있다. 문제 해결에 대한 갈증으로 성급한 인공지능 활용은 사회문제를 더욱 혼란스럽게 하거나 갈등증폭을 만들 수도 있다. 끝으로 구조화가 어느 정도 된 문제인 경우에는 필요 정보에 대한 판별은 가능하지만 얻고자 하는 정보를 정확히 측정하고 빈틈없이 모을 수 있는가의 문제, 그

리고 정보가 어느 정도 있다고 하더라도 확률적으로 인과관계를 예측하는 상황이거나 결과가 불확실한 상황이다. 또한 부분적으로 구조화가 되어 있기 때문에 모든 문제 상황을 설명하기 어렵다는 한계가 있다. 이는 지속적인 데이터 수집과 확보를 통해 장기적으로 구조화가 잘된 문제로 나아갈 수 있는 가능성이 있다는 점에서 구조화된 문제로 진화할 수 있다(Simon, 1973). 반면, 선불리 의사결정권한과 이에 따른 자동화된 행동을 인공지능 알고리즘에 맡길 경우 실패할 가능성이 있으며 그에 따른 결과는 인간의 권리를 침해이다. 이러한 내용을 정리하여 위 표와 같이 나타낼 수 있다.

이와 같은 분석틀을 토대로 어느 정도 알려진 인공지능 활용사례들을 분석할 필요가 있다. 이는 첫째, 인공지능 활용사례를 문제 상황에 대한 구조화 정도에 따라 분석해 봄으로써 어떤 부분에서 인공지능의 성공 또는 실패가능성이 드러나는지를 체계적으로 파악해볼 수

있을 것이다. 둘째, 이러한 사례 분석은 본 연구에서 제시하고자 하는 알고리즘 거버넌스의 시사점과 정책제언에 대한 구체적 근거를 제공할 수 있을 것이다.

## 2. 구조화의 정도에 따른 인공지능 활용사례

### 1) 구조화가 잘된 문제에 인공지능을 활용한 경우

구조화가 잘 된 문제의 사례로 아마존고(Amazongo), 인키트(Inkitt), 폴리스(Pol.is)를 들 수 있다. 아마존고는 수집할 정보의 범위가 확정적이며, 정확한 정보를 얻을 수 있으며, 이에 기반한 알고리즘의 인과관계가 확실하기 때문에 잘 구조화된 문제라 볼 수 있다. 아마존고(Amazongo)는 인공지능 기술을 활용한 식료품점이다. 행동과 상품선택을 자동으로 인식하고 그들이 가계를 나감으로써 계산이 자동으로 이루어진다. 아마존고는 식료품과 고객의 행동에 대한 구조화를 통해 매장 내에서 생산되는 데이터를 기반으로 알고리즘을 형성하고 이를 활용해 인간에게 편의를 제공한다.

인키트(Inkitt)는 인공지능 기술을 활용한 출판 플랫폼이다. 인키트는 베스트셀러 출판을 목적으로 수집하고자 하는 정보가 독자의 반응처럼 상당히 확정적이며 이를 측정하기 위한 플랫폼을 가지고 있으며, 이에 기반한 알고리즘의 도출이 안정적이기 때문에 잘 구조화된 문제로 분류할 수 있다. 출판 플랫폼에 존재하는 다양한 글들에 대해 독자들이 남긴 여러 정보들(읽은 시간, 재방문정도, 글에 대한 평가 등)을 종합적으로 평가하는 알고리즘을 개발하고 이를 바탕으로 출판 여부를 결정한다. 결정된 출판물 24건 중 22건이 베스트셀러에 이르고 있다.

폴리스(Pol.is)는 온라인기반의 숙의 민주주의를 가능케 하는 플랫폼이다. 이 플랫폼에서는 주제에 대한 다양한 주관적 의견을 제시하고 참여자들에게 그 생각에 대한 의견을 묻는다. 참여한 시민들은 자신의 의사를 표현(동의, 비동의, 중립)으로 표출하고 보다 나은 새로운 의견을 피력하기도 한다. 인공지능 알고리즘은 이와 같이

표출된 집단의 의사를 k-clustering 알고리즘과 주성분 분석을 기반으로 자동으로 범주화 및 시각화하여 참여한 시민에게 단시간에 제공한다. 이를 토대로 참여자들은 다시금 의사표출을 통해 점진적으로 의사를 합의해 나아간다. 폴리스는 문제를 구조화 시켜 인간의 숙의를 돕는다. 즉, 폴리스는 숙의의 기능을 원활하게 하려는 목적을 가지고 필요한 정보인 참여자의 의사를 객관적으로 표집하고 빠른 시간 내에 분석 및 군집화(clustering)하여 목적에 기여한다. 폴리스는 대만 우버 도입을 둘러싼 공론장에서 성공적으로 기능하며 인공지능 알고리즘의 활용 가능성을 높이고 있다(Hsiao, et al., 2018).

위와 같은 세 개의 구조화가 잘된 문제는 다음과 같은 특징이 있다. 첫째, 데이터의 생산자와 사용자가 동일하다는 것이다. 즉, 자기 완결적 알고리즘을 개발하고 개발된 알고리즘은 해당 세계의 내부에서 활용된다는 점이다. 따라서 예상하지 못한 문제가 등장할 수 없으며 자기 완결적 세계 내에서 최적화를 통해 인간의 편리를 도모할 수 있다는 특징이 있다. 둘째, 구조화가 잘된 문제에서 인공지능이 풀어야 하는 문제에 데이터 인식의 오류만 존재하지 않으면 오류 가능성이 없다. 이는 인공지능이 인식하는 세계와 풀어야 할 실제 세계의 문제 상황이 일치하기 때문이다. 즉, 학습한 데이터가 풀어야 할 문제 상황의 데이터가 일치한다. 셋째, 상황이 구조적으로 안정되어 있다. 알고리즘은 상황에 맞게 적응 변용될 수 있다. 하지만 주어진 상황이 구조적으로 변화 가능성이 낮기 때문에 알고리즘 또한 변용될 가능성이 낮은 것이다.

그러나 정보의 불균형과 불투명한 알고리즘은 잠재적 문제이다. 인공지능 알고리즘의 개발자나 소유자가 악의를 가질 경우 언제든지 손쉽게 악용될 가능성이 있는 것이다. 즉, 아마존고의 소비자, 인키트의 독자, 폴리스의 참여자들은 데이터를 제공함에도 불구하고 그들의 정보가 어떠한 과정을 거쳐 그러한 의사결정에 이르렀는지 알기 어렵다. 따라서 알고리즘의 설계자나 소유자는 비윤리적 행동을 할 가능성이 상존한다. 실제로 인공지능을 활용한 음성모방 알고리즘은 인간의 목소

리를 모방하여 보이스 피싱에 악용되기도 하였다. 영국의 에너지 기업의 CEO는 독일의 모(母)기업의 상관으로부터 헝가리공급자에게 약 24만 달러의 돈을 급하게 송금할 것을 지시받았다. 공급자는 자신의 상관과 목소리와 악센트까지 똑같았기 때문에 송금하였다. 이는 보이스피싱으로 드러나 인공지능이 신종범죄에 활용될 수 있음을 보여준다(Damiani, 2019).

결국 이런 점에서 보면 알고리즘의 구조화 정도는 인공지능에게 의사결정권한과 행동을 위임하는데 필요조건이지만 충분한 조건은 아니다. 즉, 인공지능이 활용되는 상황에 대한 투명한 공개, 의사결정에 영향을 받는 사람에 대한 설명가능성, 윤리적 운영에 대한 기대, 그리고 불의의 사고가 났을 경우를 대비한 추적가능성과 책임소재의 명확한 규명이 수반될 필요가 있다.

## 2) 어느 정도 구조화가 된 문제에 인공지능을 활용한 경우

어느 정도 구조화가 된 문제는 완벽하진 않지만 문제를 해결하는데 필요한 정보가 상당히 알려진 상황으로 표현할 수 있다. 완벽하지 않은 알고리즘이 만드는 의사결정은 때때로 현실을 반영하지 못하는 것에서 문제점을 드러낸다.

가장 대표적인 예가 엄청난 양의 의료데이터를 기반으로 가장 최선의 치료방법을 제안하는데 활용되는 IBM 왓슨이다(Choi, 2017). 그러나 Star이 공개한 IBM 왓슨 내부자료에 따르면 왓슨은 의사들에게 적절한 도움을 제공하고 있지 못하다는 보고가 있으며, 왓슨을 맹목적으로 따르는 것이 매우 위험할 수도 있음을 경고하고 있다. 즉, 엄청난 데이터가 있다고 유용한 알고리즘을 개발하는 것이 아니라 문제를 구조화할 수 있을 때야 비로소 인공지능 알고리즘이 만들어 내는 의사결정의 신뢰 가능성을 높일 수 있다. 한편, '루닛'이라는 국내 인공지능 기반 의료기술업체는 의료 영상 데이터를 기반으로 딥러닝을 통해 알고리즘을 개발한다. 특히 폐질환의 식별에 활용되는데 영상판단 정확도는 90% 정도에 달하는 것으로 알려져 있다.

이런 점에서 보면 구조화가 어느 정도 된 문제를 다룰 때에 적절한 통제 장치만 있다면 인공지능 기법을 유용하게 활용할 수 있을 것이다. 즉, 인공지능에게 의사결정과 전적으로 맡기는 것은 위험할 수 있기 때문에 인간의 의사결정을 돕는 보조적 수단으로 활용될 가능성은 충분한 것이다. 이는 높은 확률로 알고리즘이 타당할 수 있지만 반대의 경우에 인간에게 끼치는 손실이 우려되기 때문이다.

예를 들어, 중국의 닝보라는 도시에서는 인공지능의 안면인식 알고리즘을 활용하여 기초질서 위반 사범을 적발하고 범칙금을 자동적으로 발부하였다. 그런데 이 알고리즘은 버스광고판의 얼굴과 실제 사람의 얼굴을 구별하지 못하는 한계를 가지고 있었다. 즉, 모든 상황을 구조적으로 파악하지 못한 사례라 할 수 있다. 결국 버스광고판의 사람을 무단횡단한 사람이라 인식하고 범칙금 고지서를 발부하였다. 또한 아마존의 Rekognition은 자동 안면인식을 위한 인공지능 소프트웨어이다. 이 소프트웨어는 개발된 이후 경찰 기관에 판매되었다. 그러나 이 시스템은 25명의 미국의 풋볼 선수를 유명한 운동선수가 아닌 범죄자로 인식하는 오류를 범하였다. 가장 극적인 사건은 자율주행자동차에 의한 교통사고이다. 자율주행자동차가 어느 정도 자율주행을 할 수는 있지만 모든 주어진 외부상황에 적절히 대처하고 있지 못하고 있다는 것이 사건사고를 통해 드러나고 있다(Future Insight, 2019).

위와 같은 안면 인식 오류와 자율주행차의 치명적 사고는 데이터와 그것을 바탕으로 발전된 알고리즘의 결과가 실제 사람을 정확히 식별하지 못하거나 외부장애물에 대한 인식오류로 인해 적절한 판단을 하지 못한다. 즉, 이와 같은 문제를 해결하기 위해서는 풍부한 데이터의 확보 뿐 아니라 차이를 구별해낼 수 있는 보다 완벽한 구조화된 문제로 인식하는 진화된 알고리즘을 개발할 수 있는 역량이 요청된다고 볼 수 있다.

결국 구조화가 덜 된 문제에 대하여서는 인공지능 알고리즘에게 의사결정과 행동을 위임하는 것은 심각한 문제를 초래할 수 있다는 것을 시사한다. 즉, 어느 정도



구조화가 된 문제에 대해 개발된 알고리즘은 인간의 의사결정을 돕는 보조적 수단으로 활용 가능한 상태이다.

### 3) 구조화가 안된 문제에 인공지능을 활용한 경우

구조화가 어려운 문제에 대해 인공지능 알고리즘 개발을 시도할 가능성은 매우 낮다. 그럼에도 불구하고 인공지능을 개발에 앞장선 기업들은 승부예측과 같은 구조화 하기 어려운 미래상황을 인공지능을 기반으로 실험적으로 도전하고 있다. 가장 대표적인 사례로 꼽을 수 있는 것이 바로 2018년 러시아 월드컵에 대한 승부 예측이다. 세계의 쟁쟁한 인공지능 개발 회사들이 자신들의 명성을 높이기 위해 월드컵 승부와 우승팀에 대한 예측에 도전하였다. 결과적으로 대부분의 회사들이 승부 예측에 실패하였다(Synced, 2018). 이러한 실패의 배경에는 월드컵 승부에 영향을 미치는 다양한 영향 요인들을 정의하고 정보화 하는데 실패 한 것, 경기당 일의 실제 선수들의 경기력의 차이를 고려하지 못한 문제, 그러한 차이들이 선수들 간의 상호작용을 통해 어떻게 판가를 날지에 대한 우연적 요소에 대한 고려 실패가 영향을 미친 것이다. 즉, 아직 데이터화 하기 어려운 미래상황을 구조화 하려 했기 때문에 결과적으로 승부에 대한 예측결과 또한 실패한 것이다.

동일한 맥락에서 인간의 심리적 반응과 행동과 같은 연성정보를 정확히 측정하는 알고리즘을 만드는 것은 여간 까다로운 일이 아닌 것으로 보인다. 보다 복잡한 행위인 인간의 일상 언어 행위에 대한 인식을 토대로 개인비서 서비스를 제공하는 아마존의 알렉사와 애플의 시리 같은 인공지능 알고리즘은 객관적으로 명증한 요구사항이 아니면 인간의 언어 행위의 맥락과 의미를 파악하지 못해 실패할 가능성이 높다. 실제로 알렉사는 동요의 이름을 포르노로 오인한 보고가 있으며, TV의 음성과 사람의 음성을 구별하지 못해 불필요한 물품을 주문한 사례도 있다. 사람의 요구사항을 정확히 인식하지 못하는 알고리즘은 인간이 원하지 않는 결과로 인한 정신적 또는 물질적 피해와 연결될 수 있음을 알려준다.

위와 같이 구조화되지 않은 문제에 대해 인공지능의

개발 및 활용은 어려우며 선불리 인공지능에 의사결정 권한과 행동을 위임하는 것은 위험하다. 예상치 못한 결과를 맞이할 수 있기 때문이며 이는 사안에 따라 인간의 생명과 재산에 악영향을 미칠 가능성이 크다. 따라서 구조화되지 못한 문제를 인공지능이 다룰 수 있는 조건은 인공지능 알고리즘으로 인한 결과가 인간과 사회에 아무런 영향을 끼치지 않아야 한다는 것이다. 즉, 연구실에서 실험적으로 시도하는 월드컵 승부 예측은 도전적으로 해볼 수 있다. 왜냐하면, 승부 예측이 실패 하더라도 인간 사회에 부정적 영향을 끼치지 않기 때문이다. 하지만 알렉사나 시리처럼 구조화가 어려운 문제들에 대해 선불리 인간을 대리해서 의사결정과 행동을 대신한다면 인간의 기본권을 침해할 가능성이 다분하다고 평가할 수 있다.

## 3. 인공지능 활용 의사결정의 가능성과 거버넌스의 과제

### 1) 사례의 종합과 평가

알고리즘은 다루는 문제의 구조화의 정도에 따라 가능성과 문제점을 드러낸다. 위에서 살펴본 사례들을 구조화의 정도와 드러난 특징과 잠재적 문제점에 대해 정리하면 다음 <표 4>와 같다.

인공지능 알고리즘의 특징과 문제점은 그것이 풀고자 하는 문제 상황의 특성에 따라 상당히 다른 결과가 나타난다는 것을 위의 사례를 통해 알 수 있었다. 첫째, 알고리즘의 핵심적인 성패 요인은 구조화의 정도라 볼 수 있다. 구조화가 잘된 문제에 대해 인공지능을 적용할 경우 효과적으로 주어진 문제 해결에 활용될 수 있다. 사례로 등장한 아마존이나 폴리스처럼 인공지능을 활용하는 참여자들이 직접 생산 제공하는 데이터를 바탕으로 알고리즘이 형성된다면, 안전하고 효율적으로 기능하여 인간의 삶을 고양 시키는 결과를 기대할 수 있다. 반면 구조화가 어느 정도 되었다고 하더라도 누락된 정보가 있거나 미처 발견하지 못한 공백이 있는 구조의 경우 상황에 따라 심각한 문제를 일으킬 수도

〈표 4〉 인공지능 활용 사례의 종합  
 〈Table 4〉 Cases of using artificial intelligence

Cases		Contents	Feature of AI	Problem
well-structured	AmazonGo	Automatic recognition and payment of grocery stores using artificial intelligence	Data production and utilization are consistent	Privacy Transparency
	Inkitt	Readers and artificial intelligence replace editor's functions based on online platform	Data production and utilization are consistent	Privacy Transparency
	Pol.is	Contributing to conflict management by forming an online public forum	Data production and utilization are consistent	Privacy Transparency
	Voice phishing	Voice imitation artificial intelligence abused for voice phishing crime	Exploiting an algorithm using information asymmetry	Insufficient regulations Transparency
moderately-structured	Watson	Proposing the best treatment based on algorithm	Proposals that are difficult to apply to the actual medical field can be presented	Difficulty entrusting decision making to artificial intelligence Privacy Transparency
	Lunit	Medical diagnosis and identification of medical information based on big data	Diagnostic accuracy is about 90%	Difficulty entrusting decision making to artificial intelligence Privacy Transparency
	Self-driving car	Autonomous driving system that recognizes road conditions in real time and responds adaptively	Causes death in spite of being aware of people	Incompleteness of self-driving cars is linked to possible accidents Privacy Transparency
	Crackdown on violations of basic order	Algorithm for automatically recognizing basic violations based on human facial recognition	Inaccurate crackdown occurred due to the inability to distinguish between real people and those on the billboard	Infringement of basic rights may occur if policing is entrusted to incomplete algorithms Privacy Transparency
	Rekognition	Provides security information based on human facial recognition	Errors in recognizing football players as criminals	Infringement of basic rights may occur if policing is entrusted to incomplete algorithms Privacy Transparency
ill-structured	World Cup result prediction	Algorithm to predict the 2018 World Cup match based on the given information	Top AI companies predicted the 2018 World Cup, but most failed to predict the match	Failure to predict variables that could not be measured, changed information and accidental factors
	AI assistant	Provides information or web-based services in response to immediate human needs	Malfunctions without grasping the context and exact meaning of human language	Malfunction can cause economic damage and stress to humans.

있다. 자율주행차의 사고나 안면 인식 오류로 인한 기본권 침해 등이 대표적인 예라 볼 수 있다. 구조화가 어느 정도 된 문제에 대해 인공지능을 활용하는 경우에는 의사결정을 알고리즘에 위임하는 것은 신중해야 할 것이다. 한편 구조화가 안 된 문제는 문제 해결에 도움이 되지 못하거나 그릇된 해결책을 제시한다는 점에서 실제 활용되기 어려우며 문제 상황을 다시금 재구조화하거나 구조화되기 이전에는 연구수준에서 실험에 머무를 필요가 있다. 실생활에 활용될 경우 예측하기 어려운 문제를 일으킬 가능성이 크기 때문이다.

둘째, 구조화의 정도와 상관없이 알고리즘의 불투명성과 설명하기 어려움은 알고리즘이 실제 세계에서 활용될 경우 다양한 문제를 일으킬 가능성의 원천이 된다. 머신러닝과 딥러닝의 알고리즘은 전문가가 아니면 인공지능의 구체적 의사결정 과정을 이해하기 어렵다. 특히 딥러닝은 개발자조차도 왜 그런 결과를 도출하게 되었는지에 대해 이해하기 어려운 구조를 가지고 있다. 즉, 정보의 접근성과 이해 가능성이 제한되어 있는 것이다. 그러한 상황에서 머신러닝과 딥러닝의 의사결정에 의해 자신의 삶의 일정부분이-예를들어 아마존이 개발한 인공지능 채용 프로그램이 성차별적 판단을 하는 것으로 드러남-결정된다면 부당한 일이 된다. 즉, 알고리즘이 투명하게 공개되고 누구나 이해할 수 있는 수준에서 선제적으로 설명될 수 없다면 의사결정의 대상이 되는 사람들은 부당한 일을 당할 가능성이 상존하며 사후

적으로 이를 증명하거나 알아내기 위해서는 상당한 노력이 필요할 것이다. 또한 정보를 독점하는 주체나 알고리즘의 설계자가 개인의 이익이나 속한 집단의 이익을 위해 악용할 가능성이 상존한다. 상대방의 음성을 모방한 보이스피싱 사례는 정보독점자가 인공지능을 악용할 경우 심각한 해악을 가져다 줄 수 있음을 알려준다.

셋째, 개인정보 보호와 사생활 침해 가능성이 상존한다. 인공지능의 원료는 인간의 개인정보이다. 인간의 정보를 바탕으로 알고리즘을 개발하고 활용하기 때문에 개인정보가 중요한 자원이 된다. 그러하기 때문에 기업이나 개인은 개인정보를 자신의 이익을 위해 언제든지 불법적으로 활용할 가능성이 있다. 개발자 입장에서 개인정보의 보호와 관리를 위한 유인(Incentive)가 충분히 없다면 정보유출로 인한 피해는 고스란히 일반 국민이 될 가능성이 높다. 위와 같은 인공지능의 개발과 활용은 사회의 안녕과 발전에 큰 영향을 미칠 수 있다는 점에서 적절한 거버넌스(Governance)가 확립될 필요가 있다. 다음 절에서는 사례에 대한 평가를 바탕으로 도출된 분석틀을 바탕으로 현재 우리사회의 인공지능 거버넌스에 대한 평가를 해보고자 한다.

## 2) 인공지능 거버넌스의 현황과 과제

인공지능 사례는 풀고자 하는 문제의 구조화의 정도에 따라 문제해결능력에 차이가 있기 때문에 의사결정 권한을 위임하는 데에는 신중할 필요가 있다. 구조화

〈표 5〉 인공지능 거버넌스의 주요 이슈와 쟁점

〈Table 5〉 The issues of artificial intelligence governance

	Well structured problem	Moderately structured problem	Ill structured problem
Problem solving ability	Effective for problem solving	Probably contribute to problem solving	Difficulty contributing to problem solving
Decision-making authority	It can be delegated entirely to AI	The final decision should be left to humans	Can be used at the experimental level
Potential Problem	Possibility of abuse	If used, an algorithm that reflects human bias can be formed.	Possibility of infringement of basic human rights

된 문제는 문제해결에 효과적이기 때문에 의사결정 권한을 인공지능에게 위임할 수 있는 문제이다. 그러나 권한 위임을 하기 이전에 다음과 같은 잠재적 문제점에 관한 거버넌스가 요청된다. 인공지능의 사회적 파급력은 정보 비대칭적 성격을 가지고 있다. 즉, 알고리즘은 사회에 큰 영향을 주지만 그것이 어떠한 경로를 거쳐 그와 같은 의사결정을 하게 되었는지, 그것의 영향을 받는 다수의 사람들은 알기 어려운 정보의 비대칭성이 존재한다. 그러하기 때문에 구조화된 문제라 하더라도 이 가지고 있는 기술적 특성으로 인상 설명가능성, 정보에의 접근가능성, 개인정보침해, 그리고 개발자가 악의를 가질 경우 얼마든지 악용가능하기 때문에 이를 예방할 수 있는 거버넌스가 요청된다. 이러한 맥락에서 유럽 연합의 GDPR(General Data Protection Regulation)은 인간의 정보 보호와 이를 다루는 기업들이 어떻게 접근해야하는지를 가이드하는 선구적인 사례로 볼 수 있다(OECD, 2017).

어느 정도 구조화된 문제를 알고리즘으로 다룰 경우에 관한 사례에서 살펴 보았듯이 풀고자 하는 문제에 대해 완벽한 해결책을 제시하기 어렵기 때문에 의사결정 권한을 인공지능에 위임하는 것은 매우 위험하다. 그러므로 이러한 문제에 대한 인공지능 알고리즘은 인간의 의사결정을 돕는 보조적 수단으로 활용될 필요가 있다. 이러한 알고리즘에도 정보의 비대칭성이 존재하기 때문에 알고리즘에 대한 투명성과 설명가능성을 확보할 수 있는 인공지능 거버넌스가 요청된다. 거기에 더하여 어느 정도 구조화된 문제에서 도출되는 알고리즘 자체가 문제될 수 있다. 아마존의 인재채용 알고리즘이 성차별적 인식을 가진다든지, 범죄자 정보를 바탕으로 구성된 알고리즘이 인종차별적 인식을 강화한다든지의 요소가 그것이다. 그러므로 이러한 알고리즘의 문제를 예방하기 위해서는 알고리즘으로 도출되는 정보와 활용이 우리 사회의 윤리와 가치를 훼손하지 않도록 규제하는 거버넌스가 요청된다고 하겠다(Beer, 2017).

구조화가 안된 문제를 알고리즘으로 다룰 경우는 문제 해결이 어려우므로 알고리즘 개발 자체가 성공하기

어렵다. 그렇기 때문에 의사결정권한을 위임해서는 안되며 인간의 메타의사결정에 기반한 문제의 구조화가 확립되면 인공지능을 활용할 수 있다. 구조화가 안된 문제를 실제 생활에 활용하면 인간의 기본권에 심각한 침해가 우려되기 때문에 구조화가 어려운 문제를 인공지능에 활용하지 못하게 막는 거버넌스가 요청된다. 그럼에도 불구하고 사회적 영향이 제한되는 연구 수준에서의 도전은 장려할 필요가 있다. 이러한 맥락에서 우리나라는 인공지능 추진체계 구축에서 기술적 측면과 사회적 측면 양쪽 모두를 동시에 병렬적으로(Two Track) 추진하는 전략을 활용할 수 있다. 기술적 측면과 사회적 측면의 전문가들이 전문적으로 역할을 하는 소위원회와 두고 이 소위원회가 종합적, 융합적으로도 작동할 수 있는 운영의 모를 발휘해서 기술적, 사회적 발전을 추구하는 추진체계 구축이 필요하다. 산, 학, 연을 아우르는 정부의 거버넌스 구축 논의의 장이 다층적으로 마련되어야 한다.

## V. 결론

본 연구에서는 인공지능이 풀고자 하는 문제의 특성에 주목하였다. 문제의 구조화 정도에 따라 인공지능은 효율적으로 기능할 수도 있고 신중히 접근해야할 수도 있으며, 알고리즘 개발 자체가 어려울 수도 있다. 특히 인공지능이 풀고자 하는 문제의 구조화 수준이 높을수록 문제 해결능력에 대한 신빙성이 높으며 기술적으로 의사결정권한과 행동에 대해 인간을 대리해도 문제가 발생할 가능성이 낮다는 것을 보여주고 있다. 구조화가 안된 문제는 인공지능으로 문제를 해결하는 것이 거의 불가능하기 때문에 인공지능을 활용해 사회 문제를 해결하는 것은 인간의 기본권을 침해할 가능성이 높아 지양할 필요가 있다는 것을 제시하고 있다. 한편, 어느 정도 구조화된 문제에 대해서는 인간의 의사결정을 보조하는 기능을 가진 인공지능을 활용할 수 있음을 제시하고 있다. 그리고 어느 정도 구조화된 문제에 대해서 인간이 선불리 의사결정 권한을 위임할 경우 심각한 피해가 발생할 수 있음을 사례를 통해 보여주고 있다. 또한



구조화의 정도와 상관없이 인공지능과 사회는 정보의 비대칭성을 가지고 있기 때문에 이를 사전에 예방하고 심사할 수 있는 적절한 거버넌스 체계가 필요함을 제안하고 있다. 이 연구는 탐색적 사례연구이기 때문에 연구의 결과를 일반화에는 한계가 있으며 향후 문제의 구조화 정도에 따른 인공지능 활용 데이터를 풍부히 수집하여 실제 의사결정의 권한 위임에 어떤 관계가 있는지를 실증적으로 검증할 필요가 있다.

끝으로 인공지능이 풀고자 하는 문제의 성격에 따라 인간과 인공지능의 동반성장을 위한 적절한 거버넌스 체계 구축을 위해 다음과 같은 정책적 제언을 제시한다. 첫째, 인공지능 관련 분야의 거버넌스 전문가를 육성하고 이들을 적극 활용할 필요가 있다. 최근, 코로나 19 사태에 대응하는 한국 정부를 돌이켜 보면 인공지능 규제에 대한 시사점을 얻을 수 있다(Moon, 2020). 코로나19라는 전대미문의 사태에 대응하여 코로나19를 어떻게 통제해야 할지에 대해서 국민으로부터 권한과 권위를 위임 받은 질병관리본부라는 전문 기관의 전문성을 토대로 공익적 목적을 달성하고자 구조화 하였듯이 인공지능이라는 불확실하면서도 빠르게 발전하는 거대한 변화 앞에 대응할 수 있는 전문조직과 전문인력을 확보 활용하는 것이 필요하다.

둘째, 거버넌스에 대한 전통적 접근방식에서 벗어나 디지털 특성에 맞춘 거버넌스를 모색할 필요가 있다. 최근 FDA의 디지털 헬스케어 분야에서의 인공지능 규제 방식은 좋은 참고가 된다. 그들은 개별제품이나 의료기기에 대한 심사가 아니라 독립적인 개발사(Developer)를 기준으로 규제하는 방식을 채택했다(Choi, 2018). 즉, 수준이상의 자격을 갖춘 기업에 대해서는 규제의 총 출함을 대폭 완화시켜 혁신의 속도를 통제하지 않겠다는 것이다. 이러한 규제 방식은 기업의 자율성을 확보하면서도 신뢰할 수 있는 기업에게만 혜택을 부여하여 결과적으로 사람들의 건강 확보를 위한 의료 혁신을 앞당길 것으로 기대된다.

셋째, 인공지능 통제를 위한 글로벌 거버넌스 구축을 대비할 필요가 있다. 향후 인공지능 기술이 점차 발

전하고 적용범위가 점차 넓어짐에 따라 어느 수준을 초월하게 되면 결국 인공지능 거버넌스는 글로벌 거버넌스로 확산 될 수밖에 없다(Erdlyi, & Goldsmith, 2018). 예를 들어, 국제전기통신연합(ITU)은 국제정보통신 분야를 총괄하는 전문기구로 국제적 조정·협력의 역할을 수행하고 있다. 멀지 않은 미래에 어떠한 형태이던 인공지능에 대한 국제적 조정·협력의 역할을 수행할 기구의 필요성이 제기될 것이다.

## References

- Akiko (2019). 15 Unbelievable Self-Driving Car Statistics & Facts (2019). Future insights. Retrieved on <https://www.futureinsights.com/15-unbelievable-self-driving-car-statistics-facts-2019/>. (Retrieved on October 4, 2020.).
- Barends, E. & Rousseau, D. (2018). *Evidence-based management: How to use evidence to make better organizational decisions*. Kogan Page Publishers.
- Beer, D. (2017) "The social power of algorithms, Information." *Communication & Society*, 20(1), 1-13.
- Boaz, A., Grayson, L., Levitt, R. & Solesbury, W. (2008). "Does evidence-based policy work? Learning from the UK experience." *Evidence & Policy: A Journal of Research, Debate and Practice*, 4(2), 233-253.
- Brkan, M. (2019). "Do algorithms rule the world? Algorithmic decision-making and data protection in the framework of the GDPR and beyond." *International journal of law and information technology*, 27(2), 91-121.
- Brown, F. (2014). "The Frame Problem in Artificial Intelligence." *Proceedings of the 1987 Workshop*. Morgan Kaufmann.
- Burrell, J. (2016). "How the machine 'thinks': Understanding opacity in machine learning algorithms." *Big Data & Society*, 3(1), 2053951715622512.
- Byun, S. (2020). "A Study on the Problem of AI Bias in Data Ethics." *Ethical research*. 128. 143-158.
- {변순용 (2020). 데이터 윤리에서 인공지능 편향성 문제에 대

- 한 연구. <윤리연구>, 128권, 143-158.}
- Choi, E. (2017). "Algorithm Governance." *FUTURE HORIZON*, 33, 28-31.
- {최은창 (2017). 알고리즘 거버넌스. <FUTURE HORIZON>, 33, 28-31.}
- Choi, Y. (2017). "Concepts, Characteristics, and Clinical Validation of IBM Watson for Oncology." *Hanyang Med Rev*, 37, 49-60.
- {최윤섭 (2017). IBM 왓슨 포 온콜로지의 의학적 검증에 관한 고찰. <Hanyang Med Rev>, 37권, 49-60.}
- Cho. S. (2020). "Data Dam creates digital new deal power... Administrative innovation with intelligent governmen." *Yonhap News*, July 15.
- {조성흠 (2020). "데이터댐으로 디지털뉴딜 동력창출...지능형정부로 행정혁신" <연합뉴스>. 7월 15일.}
- Daegu Gyeongbuk Development Institute (2019). *Data-based administration strategy and roadmap establishment*. Daegu: Daegu Gyeongbuk Development Institute.
- {대구경북연구원 (2019). <데이터기반 행정 추진전략 및 로드맵 수립>. 대구: 대구경북연구원.}
- Damiani, J. (2019). "A Voice Deepfake Was Used To Scam A CEO Out Of \$243,000" <https://www.forbes.com/sites/jessedamiani/2019/09/03/a-voice-deepfake-was-used-to-scam-a-ceo-out-of-243000/?sh=189edaf52241> (Retrieved on Nov. 1, 2020).
- Davies, H. & Nutley, S. (Eds.). (2000). "What works?: Evidence-based policy and practice in public services." *Policy Press*.
- Davies, H. & Nutley, S. (Eds.). (2000). "What works?: Evidence-based policy and practice in public services." *Policy Press*.
- Domingos, P. (2015). *The Master Algorithm: How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World*. Basic Books.
- Doneda, D. & Almeida, V. (2016). "What is algorithm governance?" *IEEE Internet Computing*, 20(4), 60-63.
- Dunn, W. (1988). "Methods of the second type: Coping with the wilderness of conventional policy analysis." *Review of Policy Research*, 7(4), 720-737.
- Dunn, W. (2015). *Public Policy Analysis*. Routledge.
- Gasser, U. & Almeida, V. (2017). "A layered model for AI governance." *IEEE Internet Computing*, 21(6), 58-62.
- Head, B. (2010). Reconsidering evidence-based policy: Key issues and challenges.
- Herbert, A. (1973). "The Structure of Ill-Structured Problems." *Artificial Intelligence* 4, 181-201.
- Hsiao, Y., Lin, S., Tang, A., Narayanan, D. & Sarahe, C. (2018). vTaiwan: An empirical study of open consultation process in Taiwan.
- Hwang, M. (2020). "Ministry of Science and Technology discloses information on 220,000 jobs related to data dam construction project." *ChosunBiz*, Oct. 13.
- {황민규 (2020). "과기부, 데이터댐 구축사업 관련 2.2만개 일자리 정보 공개." <조선비즈>. 10월 13일.}
- Hwang, S., Ha, H., Nam, T., Santoso, B. & Irawati, E. (2019). "Portrait of Data-Based Policy Making in Indonesia and Korea." KIPA(Korea Institute of Public Administration), Modularization of Administrative Development Cases 2019-13
- Jang, G. (2014). "Big data, the topic of scientific policy." *Gukto*, 2-4.
- {장광수 (2014). 과학적 정책의 화두, 빅데이터. <국토>, 2-4.}
- Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). *Machine learning: Trends, perspectives, and prospects*. *Science*, 349(6245), 255-260.
- Kim, B. & Eun, J. (2020) "Incorporating Machine Learning into Public Administration: The Role of Evidence-Based Decision-Making." *Korean Public Administration Review*, 54(1), 261-285.
- {김병조·은종환 (2020). 행정·정책 의사결정에서 머신러닝(machine learning) 방법론 도입의 정책적 함의: 기계의 한계와 증거기반 의사결정(evidence-based decision-making). <한국행정학보>, 54권 1호, 261-285.}
- Kim, B. (2016). "Trend Analysis and National Policy for Artificial Intelligence." *Informatization Policy*, 23(1), 74-93.
- {김병운 (2016). 인공지능 동향분석과 국가차원 정책제언. <정보화정책>, 23권 1호, 74-93.}
- Kim, P. (2018). "Big Data and artificial intelligence: New challenges for workplace equality." *U. Louisville L. Rev.*, 57, 313.
- Incheon Metropolitan City. (2020). "Data based public

- administration.” <https://www.incheon.go.kr/data/DATA040101>. (Retrieved on October 2)
- {인천광역시 (2020). “데이터기반 행정.” <https://www.incheon.go.kr/data/DATA040101>. (검색일: 2020.10.2.)}
- Lee, C. (2016). “How to Treat A Robot with Artificial Intelligence.” *The Law Research institute of Hongik Univ.*, 17(3), 1-27.
- {이중기 (2016). 인공지능을 가진 로봇의 법적 취급: 자율주행 자동차 사고의 법적 인식과 책임을 중심으로. <홍익법학>, 17권 3호, 1-27.}
- Lee, M. (2017). “Cases of advanced countries in the 4th industrial revolution and Korea’s response strategy.” *Advanced Policy Series*, 14-107.
- 이민화 (2017). 제4차 산업혁명의 선진국 사례와 한국의 대응전략. <선진화 정책시리즈>, 14-107.
- Lee, Y. (2020). “A Study on the Revision Trend of Data 3 Act.” *The Journal of Comparative Private Law* 27(2), 423-463.
- {이양복 (2020). 데이터 3 법의 분석과 향후과제. <비교사법>, 27권 2호, 423-463.}
- Makridakis, S. (2017). “The forthcoming Artificial Intelligence (AI) revolution: Its impact on society and firms.” *Futures*, 90, 46-60.
- Maes, P. (1993). “Modeling adaptive autonomous agents. *Artificial life*, 1(1\_2), 135-162.
- McCarthy, J. (1998). “What is Artificial Intelligence?” Cogprints. <http://cogprints.org/412/>
- Ministry of the Interior and Safety (2017). *The basic plan of intelligent government*. Sejong: Ministry of the Interior and Safety.
- {행정안전부 (2017). <지능형정부 기본계획>. 세종: 행정안전부.}
- Moon, M. (2020). “Fighting Against COVID-19 with Agility, Transparency, and Participation: Wicked Policy Problems and New Governance Challenges.” *Public Administration Review*.
- Napoli, P. (2014). Digital intermediaries and the public interest standard in algorithm governance. Media Policy Blog.
- OECD (2017). “Algorithms and Collusion: Competition Policy in the Digital Age.” <https://www.oecd.org/competition/algorithms-collusion-competition-policy-in-the-digital-age.htm> (Retrieved Nov. 1, 2020).
- Oh, C. (2015). “Evidence and Its Use in Policy-Making: Research Trend and Suggestions.” *KOREAN POLICY STUDIES REVIEW*, 24(1), 53-76.
- {오철호 (2015). 정책결정, 증거 그리고 활용-연구경향과 제언. <한국정책학회보>, 24권 1호, 53-76.}
- Oh, C. (2017). “Problem raising: Research and application of data-based policy analysis and evaluation.” *Policy analysis and evaluation research*, 27(2), 155-167.
- {오철호 (2017). 문제제기: 데이터 기반 정책분석평가의 연구와 적용. <정책분석평가학회보>, 27권 2호, 155-167.}
- Ouyang, W. (2020). “Research on the Role of Algorithm Transparency in Algorithm Accountability.” In 2019 3rd International Conference on Education, Economics and Management Research (ICEEMR 2019) (pp. 234-237). Atlantis Press.
- Prasad, A. & Perez, D. (2020). “The Effects of GDPR on the Digital Economy: Evidence from the Literature.” *Informatization Policy*, 27(3), 3-18.
- Raub, M. (2018). “Bots, bias and big data: artificial intelligence, algorithmic bias and disparate impact liability in hiring practices.” *Ark. L. Rev.*, 71, 529.
- Richards, N. & King, J. (2014). “Big data ethics.” *Wake Forest L. Rev.*, 49, 393.
- Richterich, A. (2018). *The big data agenda: Data ethics and critical data studies* (p. 154). University of Westminster Press.
- Russell, S. & Norvig, P. (2016). “Artificial intelligence: a modern approach.” [http://thuvien.thanglong.edu.vn:8081/dspace/handle/DHTL\\_123456789/4010](http://thuvien.thanglong.edu.vn:8081/dspace/handle/DHTL_123456789/4010)
- Saurwein, F., Just, N. & Latzer, M. (2015). “Governance of algorithms: options and limitations.” *Info*, 17(6), 35-49.
- Scherer, M. (2015). “Regulating artificial intelligence systems: Risks, challenges, competencies, and strategies.” *Harv. JL & Tech.*, 29, 353.
- Seo, J. (2018). “The Current Status and Problems of Data-Based Administration, Policy Direction.”, “Pending Issues and Development Directions of Data-Based Administration.” Joint Planning Seminar of the Korean Society for Policy Studies and Ministry of Public Administration and Security
- {서재호 (2018). “데이터기반 행정의 현황과 문제점, 정책방

- 향”, “데이터기반 행정의 현안과 발전방향.” 한국정책학회·행정안전부 공동기획 세미나자료.}
- Shapiro, S. (2009). *Political Science: Regulatory Science after the Bush Administration*. Duke J. Const. L. & Pub. Pol'y, 4, 31.
- Shin, D. (2018). *Intelligent Information Society and Media*. CommunicationBooks.
- {신동희 (2018). <지능정보사회와 미디어>. CommunicationBooks.}
- Simon, Herbert A. (1973). "The Structure of Ill-Structured Problems." *Artificial Intelligence*, 4, 181-201.
- Sung, W. & Hwang, S. (2017). "A Review of Intelligent Society Studies: A look on the future of AI and policy issues." *Informatization Policy*, 24(2), 3-19.
- {성욱준·황성수 (2017). 지능정보시대의 전망과 정책대응 방향 모색. <정보화정책>, 24권 2호, 3-19.}
- Stahl, B. & Wright, D. (2018). "Ethics and privacy in AI and big data: Implementing responsible research and innovation." *IEEE Security & Privacy*, 16(3), 26-33.
- Sullivan, T. (2018). "Next up for EHRs: Vendors adding artificial intelligence into the workflow." *Healthcare IT News*.
- Synced (2018). "2018 in Review: 10 AI Failures." <https://medium.com/syncedreview/2018-in-review-10-ai-failures-c18faadf5983>. (Retrieved on Nov. 1, 2020).
- Tam, S. & Kim, J. (2018). "Big Data ethics and selection-bias: An official statistician's perspective." *Statistical Journal of the IAOS*, 34(4), 577-588.
- The Economist (2017). "The world's most valuable resource is no longer oil, but data. The Economist." Retrieved from: <https://www.economist.com/leaders/2017/05/06/the-worlds-most-valuable-resource-is-no-longer-oil-but-data>. (searched at October 4. 2020.)
- Vig, N. & Kraft, M. (2012). *Environmental Policy: New Directions for the Twenty-First Century* 8th Edition. Sage.
- West, D. & Allen, J. (2018). "How artificial intelligence is transforming the world. Brookings report." Retrieved from: <https://www.brookings.edu/research/how-artificial-intelligence-is-transforming-the-world/> (searched at March 10. 2020.)
- Yoon, C. (2018). *The study of data-driven scientific administration*. Korean Society for Management Information System Conference, 221-230.
- {윤충식 (2018). "데이터 기반 과학적 행정에 관한 연구." 한국경영정보학회 학술대회, 221-230.}
- Yoon, S., Lee, E., & Sung, W. (2018) "Types and Issues of Policy Decision Making Using Artificial Intelligence." *Journal of Regional Information Society*. 21(1), 31-59.
- {윤상오·이은미·성욱준 (2018). 인공지능을 활용한 정책결정의 유형과 쟁점에 관한 시론. <한국지역정보학회지>, 21권 1호, 31-59.}
- Young, A. & Quan-Haase, A. (2013). "Privacy protection strategies on Facebook: The Internet privacy paradox revisited." *Information, Communication & Society*, 16(4), 479-500.
- Ziewitz, M. (2016). "Governing algorithms: Myth, mess, and methods." *Science, Technology, & Human Values*, 41(1), 3-16.