

# 인공지능과 빅데이터가 시장진입 기업에 미치는 영향관계 분석, 게임이론 적용을 중심으로

정직한

워싱턴 주립대학교 경제학과 박사과정

## The Effect of AI and Big Data on an Entry Firm: Game Theoretic Approach

Jikhan Jeong

Ph.D. Candidate, School of Economic Sciences, Washington State University

요약 인공지능과 빅데이터의 기술혁신에도 인공지능과 빅데이터가 시장경쟁 영향에 대한 이론연구들은 아직 초기이다. 따라서 본 논문은 인공지능, 빅데이터, 데이터 공유가 신규 진입기업에 미치는 영향을 게임이론을 활용하여 분석하였다. 먼저 기업의 경영환경을 내부와 외부로 구분하였다. 이후 인공지능 알고리즘을 (1) 고객마케팅, (2) 비용 절감, (3) 비용 절감을 위한 자동화 알고리즘으로 구분하였다. 또한 빅데이터를 외부 및 내부 데이터로 구분하였다. 분석 결과 외부 데이터의 공유는 기존 기업의 고객마케팅 알고리즘에는 영향이 없고 신규 기업의 진입장벽을 완화했다. 하지만 기존 기업의 비용 절감 알고리즘들과 내부 빅데이터의 개선은 신규기업의 시장진입 장벽이 될 수 있다. 이러한 시사점들은 (1) 인공지능, 빅데이터, 데이터 공유에 따른 시장구조, 경쟁, 기업행태 영향분석과 (2) 인공지능과 빅데이터 정책 수립 시 이바지할 수 있다.

주제어 : 인공지능, 빅데이터, 데이터 공유, 시장진입 게임, 게임이론

Abstract Despite the innovation of AI and Big Data, theoretical research about the effect of AI and Big Data on market competition is still in early stages; therefore, this paper analyzes the effect of AI, Big Data, and data sharing on an entry firm by using game theory. In detail, the firms' business environments are divided into internal and external ones. Then, AI algorithms are divided into algorithms for (1) customer marketing, (2) cost reduction without automation, and (3) cost reduction with automation. Big Data is also divided into external and internal data. This study shows that the sharing of external data does not affect the incumbent firm's algorithms for consumer marketing while lessening the entry firm's entry barrier. Improving the incumbent firm's algorithms for cost reduction (with and without automation) and external data can be an entry barrier for the entry firm. These findings can be helpful (1) to analyze the effect of AI, Big Data, and data sharing on market structure, market competition, and firm behaviors and (2) to design policy for AI and Big Data.

Key Words : artificial intelligence, big data, data sharing, entry game, game theory

\*본 논문은 개인 연구자의 의견으로 소속기관의 의견을 반영하지 않습니다.

\*Corresponding Author : Jikhan Jeong(jikhan.jeong@wsu.edu)

Received March 12, 2021

Revised June 15, 2021

Accepted July 20, 2021

Published July 28, 2021

### 1. 서론

빅데이터의 보편화, 컴퓨터의 성능개선, 알고리즘의 발달로 인공지능 (Artificial Intelligence; AI)이 공학 분야 외에도 사회과학 분야까지 다양하게 적용되고 있다.

Stanford 대학에서 발간한 2021년 AI Index 보고서에 따르면 팬데믹에도 2020년 세계의 인공지능 부문에 대한 기업형 투자 (Corporate Investment)는 2019년 대비 40% 증가하여 총 679억 달러로 추정된다 [1].

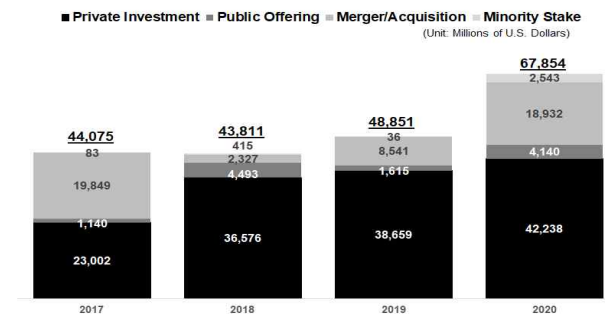


Fig. 1. Global Corporate Investment in AI [1]

주요 산업부분별 민간투자 (Private Investment)에서는 “Drug, Cancer, Molecular, Drug Discovery” 산업군이 2019년 대비 약 4.5배 증가한 약 138억 달러를 투자해 최고 수준을 보였다 [1].

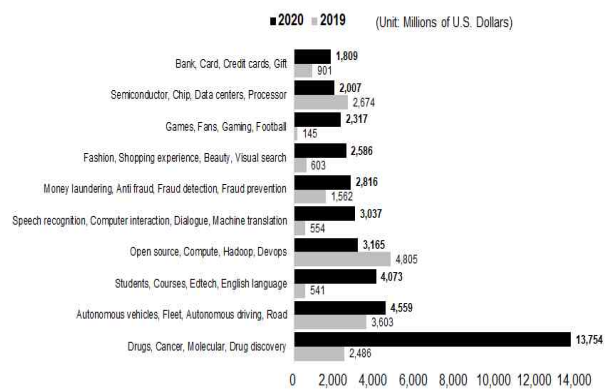


Fig. 2. Global Private Investment in AI [1]

글로벌 컨설팅 회사인 맥킨지에서 기업 주요 인사 2,395명을 대상으로 한 2020년 설문조사 결과 응답자의 50%가량이 기업 내 AI를 도입하였다. 그리고 팬데믹에도 응답자의 50%가 AI 부문에 투자 수준을 유지하며 27%는 오히려 증가시킬 것이라고 답하였다 [2].

이처럼 팬데믹에도 국내외 기업들은 경쟁력 강화를 위

하여 AI를 도입하고 향후에도 투자를 지속하거나 확대해 나갈 전망이다.

국내도 한국판 디지털 뉴딜을 통하여 산업 전반에 AI를 도입 및 확산하여 신성장동력을 육성하고 국내 기업들의 국제경쟁력을 향상하고자 한다.

하지만 국내의 특허를 활용한 인공지능 트렌드 분석연구 결과에 따르면 국내 인공지능 관련 기술 건수는 선진국 대비 미비한 편이다 [3]. 한 예로 인공지능 기술 중 하나인 자연어 처리 (Natural Language Processing; NLP) 분야의 국내외 특허 분석 결과 국내 특허 수는 미국 대비 7.9% 수준으로 상대적으로 미비한 편이다 [4]. 또한 한국인 저자 논문 데이터를 활용한 국내 인공지능 동향분석 연구 결과에 따르면 국내 인공지능 연구는 신경망 (Neural Network) 관련 연구가 많았으며 이론적 연구에서 실용 및 활용연구로 확대되고 있다 [5].

이러한 AI에 대한 사회적 관심 확대와 AI의 기술적 발전의 필요성에도 국내외적으로 사회과학 측면에서 AI 도입에 따른 산업구조 및 공정경쟁 환경에 대한 이론적 연구는 부족한 실정이다. 왜냐하면 AI 도입에 따른 시장과 산업에 대한 영향을 분석하기 위해서는 먼저 AI 알고리즘의 특징과 철학을 이해하고 시장참여자들의 합리적 경쟁전략을 도출 할 수 있어야 하기 때문이다. 따라서 본 연구는 먼저 AI 알고리즘과 빅데이터의 특징을 세분화하고 미시경제학의 게임이론을 적용하여 AI, 빅데이터, 그리고 빅데이터 공유에 따른 시장구조 영향을 분석하였다.

경제학의 순수이론 모델들은 실제 데이터를 기반으로 하는 실증분석을 통하여 수치화된 시사점을 도출할 수는 없다. 하지만 우리가 어떤 정책이나 시장참여자의 행동에 따른 시장과 산업에 미치는 영향을 분석하기 위해서는 주요 변인의 변동에 따라 분석이 가능한 단순화된 이론적 모델이 필요하다. 예를 들어 경제학 이론상의 완전경쟁 (Perfect Competition) 시장이 현실에서는 존재하기는 힘들지만, 이런 이론적 시장을 기준으로 현실의 독점, 과점 시장들과 비교하면서 정책도입이나 시장참여자의 경쟁전략에 따른 시장 및 산업구조에 대한 영향을 분석할 수 있다.

또한 이론적 모형들은 가격 등 주요 경제 변인이나 시장 상황 변화에 따른 사회적 후생이나 산업구조의 영향을 해석하는 하나의 분석 프레임으로 활용될 수 있다. 예를 들어 특정 재화의 가격변화에 따른 소비자 후생 영향을 도출 시 이론적 모형들이 분석의 기반이 될 수 있다.

특히 이런 이론모형을 연구자가 실제 AI를 설계하고 개발해본 경험을 바탕으로 게임이론을 통하여 도출 할

수 있다면 이를 기초연구 자료로 활용하여 연구모형을 변형하고 확장 시켜 나갈 수 있다.

또한 이론모형들은 향후 AI 정책도입에 따른 사회적 후생을 분석하거나 합리적인 정책설계를 위한 시사점을 도출하는데 기여할 수 있다. 예를 들어 최근에 국내에 발생한 AI 챗봇 이루다의 개인정보 및 편견 문제에 따른 소비자 후생 영향을 분석할 때 이를 분석할 미시경제학의 이론모형이 있다면 이를 기반으로 설문을 설계하거나 향후 AI 개인정보보호 관련 정책 및 제도 설계 시에 활용할 수 있다.

본 논문은 AI의 예상하지 못했던 문제점들이 이루다 사태처럼 발생하고 나서 사후적으로 분석하기보다는 아직 연구가 이루어지지 않은 주제를 선제적으로 분석하였다는 점에서 기초 연구자료로 활용될 수 있다. 특히 아직 AI와 빅데이터의 특징을 모두 고려하면서 미시경제학의 게임이론 적용한 다학제간 융합연구가 아직 활발히 이루어지고 있지 않다. 그러므로 본 연구는 선제적 기초 이론 연구로서 인공지능과 빅데이터 관련 시장 및 경쟁구조 분석을 위한 이론적 기초를 수립하는데 기여할 수 있다.

AI의 성능은 단순히 AI 알고리즘의 우수성 외에도 빅데이터의 품질과 양에 따라 영향을 받는다. 따라서 본 논문은 AI 알고리즘과 빅데이터를 기업들의 내외부적 경영 환경 내에서의 역할과 기능을 바탕으로 세분화하였다. 이후 독점시장에 신규 기업이 진입 시 AI 알고리즘, 빅데이터, 독점 기업의 데이터 공유가 신규 기업에 미치는 영향을 게임이론을 통하여 도출하였다.

이러한 이론적 분석은 인공지능과 빅데이터가 중요한 산업군에서 독점 혹은 소수 기업이 시장지배력을 행사하여 신규 기업들의 진입을 저해시킬 가능성과 영향, 그리고 이를 완화하기 위한 정책 수립 시 기초 이론연구로 활용될 수 있다. 구체적으로 본 논문의 이론적 분석은 정책 입안자들이 AI 도입과 확산을 위한 합리적인 시장설계와 지원정책 설계 시 활용할 수 있으며, 기업은 이윤 극대화를 위한 효율적인 경쟁전략 수립 시 활용할 수 있다.

본 논문은 먼저 (1) 이론적 배경과 선행연구를 검토하고 (2) 연구 방법과 절차를 설명하고 (3) 연구 결과를 논의하며 (4) 마지막으로 시사점과 한계점을 제시하였다.

## 2. 이론적 배경 및 선행연구

### 2.1 이론적 배경

인공지능과 빅데이터의 혁신으로 다양한 사회적 변화

가 발생하고 있다. 기업들은 AI와 빅데이터를 활용해서 기업의 수익성을 개선하려고 노력하고 있으며, 산학연에서는 이러한 AI와 빅데이터에 따른 기업들의 영향과 활용방안을 분석하고 있다.

Varian (2018)은 AI는 다양한 목적으로 적용 가능한 보편적 기술 (General Purpose Technology)로서 기업들에 영향을 미칠 것이라고 주장했다 [6]. Bajari et al. (2015)은 실증분석을 통해 빅데이터가 고객의 수요예측에 미치는 영향을 분석했다 [7]. Kleinberg et al. (2015)은 머신러닝의 우수한 예측력은 정책연구에도 유용할 것이라고 주장했다 [8]. Farboodi et al. (2019)은 데이터 분석 능력이 뛰어난 신규 기업이 시장에 진입하여 기존의 기업들 (Incumbent firms)과 경쟁 시 산업변화에 대하여 연구하였다 [9].

이처럼 많은 연구자가 AI와 빅데이터의 우수성과 유용성에 대하여 주로 연구하고 있지만, 인공지능의 대가인 Jordan and Mitchell (2015)은 사기업들이 데이터 공유에 참여하도록 유인할 수 있으면 사회에 긍정적인 영향을 미칠 것이라고 주장하였다 [10]. 만약 기업들이 AI와 빅데이터를 활용해 기술혁신과 생산성을 개선하고, 기업의 빅데이터와 인공지능 알고리즘을 신규 기업에 공유하여 신규 기업들의 진입을 유인하고 공정경쟁을 활성화한다면 사회적 후생이 증진될 수 있을 것이다.

하지만 Cockburn et al. (2018)은 기업들이 빅데이터 및 인공지능을 활용하여 시장을 선점하고 독점적 시장지배력을 행사하며 경쟁을 통한 혁신과 생산성 개선은 기피할 것이라고 우려하였다 [11]. 이렇듯 AI와 빅데이터를 통한 파괴적 혁신과 확산이 사회와 시장환경에 미치는 영향에는 긍정적 기대와 부정적 우려가 혼재되어있다. 그러므로 AI와 빅데이터 기술의 활성화와 공정한 경쟁을 통한 기술혁신을 확대하기 위해서는 합리적인 시장환경 조성과 효율적인 제도 및 정책 설계가 필요하다.

따라서 먼저 인공지능과 빅데이터가 시장환경과 기업들의 경쟁전략에 미치는 영향을 이론적으로 검토할 필요성이 있다. 이런 이론적 검토를 통해서 선제적으로 발생 가능한 문제점과 개선방안을 고찰 할 수 있으며 향후 관련 정책, 제도, 경영전략 수립 시 분석을 위한 이론적 프레임워크를 도출할 수 있다.

최근 주요 경영 및 경제학자들의 인공지능에 관한 관심이 증가하고 있지만, 아직 미시경제학 이론 측면에서 인공지능의 알고리즘을 세분화하고 빅데이터의 특징을 고려하여 신규 기업의 시장진입 시 인공지능과 빅데이터의 영향을 이론적으로 선행논문은 없는 실정이다.

따라서 인공지능 기술혁신 동향과 인공지능 알고리즘들의 특징을 이해하여 인공지능과 빅데이터가 사회와 시장에 미치는 영향을 분석하고 정책적 시사점을 제시하는 연구가 필요한 시점이다. 이를 위해서는 컴퓨터 공학, 미시경제학, 경영전략 등을 아우르는 디지털 융복합 연구의 확대가 필요하다.

따라서 본문에서는 인공지능, 빅데이터, 데이터 공유가 신규 기업의 시장진입 시 미치는 영향을 분석하기 위해 미시경제학의 게임이론을 적용하였다. 인공지능 알고리즘들의 특징들과 빅데이터와 연관성을 기업의 내외부 경영환경을 고려해 게임이론 모형을 도출하였다.

특히 모형 내에서 인공지능 알고리즘들을 기업의 이윤 극대화 과정에서 역할에 따라 세 가지로 분류하였으며 빅데이터와의 관계를 기업의 내외부 환경에 고려해 수식적으로 도출하였다.

2장에서는 먼저 게임이론에 대해서 간략히 설명하고 이후 인공지능 알고리즘에 대한 주요 가정들과 선행연구를 소개하겠다.

## 2.2 게임이론

### 2.2.1 게임이론이란?

미시경제학에서 게임이란 참여자 (Player)의 보수 (Payoff)가 해당 참여자의 행동 (Action) 외에도 경쟁자의 행동에 영향을 받는 상황을 의미한다.

게임 참여자들은 본인들의 보수를 극대화하기 위하여 합리적 (Rational)으로 행동한다. 소비자의 경우에는 효용극대화를 기업의 경우에는 이윤극대화를 추구한다.

전략이란 게임의 참여자들이 경기 내 실행하는 행동들의 사전적 계획을 의미하며 행동이란 이러한 전략 중에 실행된 전략을 의미한다.

게임에서의 균형 (Equilibrium)이란 경기자들의 합리성을 기반으로 모든 참여자가 최적 전략을 선택한 전략의 조합을 의미한다. 이때 모든 참여자가 최적 전략 대신 타 전략을 선택하여 균형을 이탈할 유인이 없는 상태를 내시균형 (Nash Equilibrium)이라고 한다.

이러한 게임이론은 융복합 연구에서도 교사와 학생 간의 체벌에 따른 만족도 분석이나 개인정보보호를 대상으로 소비자와 기업의 행태분석 등 다양한 참여자들의 전략 행동과 정책분석을 위하여 활용되고 있다 [12, 13].

### 2.2.2 게임의 종류

게임의 종류는 참여자들이 경쟁자들의 전략을 인지하

고 있는 완전정보게임 (Game of Perfect Information)과 경쟁자들의 전략에 대한 정보가 제한적인 불완전정보 게임 (Game of Incomplete Information)이 있다. 또한 참여자들이 경쟁자들의 행동에 대한 사전 지식 없이 동시에 의사결정을 하는 동시 게임 (Static Game)과 이와 반대로 순서를 가지며 의사결정을 하는 순차 게임 (Sequence Game)으로도 구분이 가능하다. 본 논문은 기초이론 모형부터 발굴하기 위하여 완전정보를 가정한 순차 게임 모형을 적용하였다.

### 2.2.3 슈타켈버그 (Stackelberg) 모형

기업들이 복점 혹은 과점시장에서 이윤 극대화를 위하여 생산량을 기준으로 경쟁을 할 경우의 대표적인 게임이론 모형은 꾸르노 모형 (Cournot Model)이다.

꾸르노 모형에서 참여기업들이 이윤 극대화를 위하여 생산량을 전략변수로 결정한다. 이때 개별 기업들은 경쟁기업의 생산량을 주어진 정보로 여기고 추종자로서 최적 생산량을 동시에 결정한다.

하지만 본 논문은 이미 시장에서 독점 기업이 사업 경험과 인적, 지적 자본 등을 통하여 신규 기업 대비 우월한 인공지능 성능과 빅데이터를 보유하고 있다고 가정하였다. 따라서 인공지능 역량이 뛰어나고 빅데이터를 보유한 기존 기업이 독점시장을 형성하고 있는 상황에서 신규 기업이 진입 여부를 고려하는 슈타켈버그 모형을 적용하였다.

슈타켈버그 모형은 동시 게임인 꾸르노 모형과 달리 참여기업들의 의사결정 순서를 고려한 순차 게임이다. 꾸르노 모형에서는 모든 기업이 수동적으로 경쟁자의 생산량을 주어진 것으로 판단하고 모든 기업이 동시에 생산량을 결정한다. 하지만 슈타켈버그 모형에서는 먼저 선도기업이 의사결정을 하고 후에 경쟁기업이 의사결정을 한다. 이때 선도기업은 경쟁기업의 반응함수를 알고 있는 상태에서 선도기업의 이윤 최적화를 위한 생산량을 결정한다. 추종자인 신규 기업은 선도기업이 결정한 생산량을 수동적으로 주어진 것으로 받아들이고 신규 기업의 반응함수에 따라 생산량을 결정한다.

본 논문은 모형의 단순화를 위하여 기존 독점기업과 신규 진입기업이 참여자인 복점 시장 (Duopoly)을 가정하였다. 신규 기업이 시장에 진입하지 않고 기존기업이 독점을 유지한다면 독점시장이 유지되며, 신규기업이 시장에 진입한 경우에는 복점 시장이 된다. 이때 참여기업들은 이윤 극대화를 추구하며 개별 기업의 이윤은 해당 기업 외에도 경쟁기업의 의사결정에도 영향을 받는 “전

략적 상황”에 놓여있다.

또한 본 논문은 기업의 내외부 경영환경에서의 인공지능의 유형, 빅데이터 특징, 데이터 공유의 영향 등을 고려하여 슈타켈버그 모형에 변경하였다. 이렇게 연구목적에 따라 필요한 이론적 가정을 가감하여 게임이론 모형을 설계 후 인공지능과 빅데이터에 따른 신규 기업의 시장진입 시 영향을 분석하였다. 구체적인 게임이론 모형에 대한 설명과 전개 과정은 3장에서 분석 결과는 4장에서 각각 논하였다.

## 2.3 사용목적에 따른 AI 유형 구분

본문은 앞서 언급한 슈타켈버그 모형에서 기업의 경영환경을 내외부로 나누고 인공지능은 역할에 따라 크게 세 가지 유형으로 구분하고 관련된 선행연구를 언급하였다. 구체적인 이론적 가정들은 3장에서 언급하도록 하며 우선 인공지능의 유형의 세분화 및 선행연구들에 대하여 논하였다.

먼저 인공지능은 사용 목적에 따라 크게 3가지로 지도학습 (Supervised Learning), 비지도학습 (Unsupervised Learning), 강화학습 (Reinforcement Learning)으로 구분이 가능하다.

### 2.3.1 지도학습이란?

지도학습이란 인공지능 모델을 표본 기간 내 종속변수와 독립변수들의 데이터를 통하여 학습시킨 후 표본 외 데이터 (Out-of-Sample)의 종속변수들을 예측하는 모델들이다. 예를 들면 Hong (2020)은 거시 경제지표를 독립변수로 주가지수를 종속변수로 표본 내 데이터를 통하여 인공지능을 학습시킨 후 표본 외 기간의 주가지수를 예측하였다 [14]. 또한 Choi et al. (2018)은 환자들의 의료데이터를 독립변수로 환자의 재원일수 종속변수로 표본 내 데이터를 통해 인공지능을 학습시킨 후 표본 외 기간의 재원일수를 예측하였다 [15].

대표적으로 서포터 벡터 머신 (Support Vector Machine), 의사결정트리 (Decision Tree) 등 비모수 통계학습 모델들이 여기에 해당한다.

앞서 언급된 기본적인 지도학습 모형들을 기본 모델 (Base Model)로 다수의 기본 모델들을 복수로 조합해 예측하는 모델들을 앙상블 모델 (Ensemble Model)이라고 한다. 대표적으로 의사결정나무를 기본 모델로 한 랜덤 포레스트 (Random Forest)나 아다부스트 (AdaBoost) 등이 있다.

위와 같은 머신러닝 모델들은 독립변수 설정 시에 전문가 혹은 통계연구자가 연구목적에 따라 데이터를 전처리하는 피처 엔지니어링 (Feature Engineering)과정이 필요하다. 이러한 머신러닝 모델들은 엑셀 시트 등에 수치화되어 입력이 가능한 정형데이터 (Structured Data)의 예측에서 상대적으로 좋은 성능을 보여주고 있다.

인공지능의 주요 알고리즘 중 하나인 딥러닝의 경우에는 이미지, 자연어, 음성, 영상 등 비정형 데이터 (Unstructured Data)를 대상으로 한 분석과 예측에 강점을 가지고 있다. 특히 딥러닝은 피처 엔지니어링을 최소화하고 학습에 필요한 대표 정보를 비정형 데이터에서 추출해 주어진 목적을 달성하는 End-to-End 머신러닝으로 대표적인 인공지능 알고리즘이다. 이때 자연어 처리 (Natural Language Processing)와 같이 텍스트를 데이터로 하여 정의역과 공역이 무한집합인 경우의 예측을 컴퓨터 공학에서는 Structured Prediction이라고 하며 기존 통계학습 대비 딥러닝이 강점을 보이고 있다.

### 2.3.2 비지도학습이란?

비지도 학습이란 학습 목표를 달성하기 위하여 종속변수 없이 독립변수들만을 활용해 도출하는 모델이다. 대표적인 비지도 통계학습 모형으로는 종속변수 없이 다차원의 독립변수들을 주요한 정보만 반영하여 저차원 변수로 차원을 축소하는 Principal Component Analysis (PCA)가 있다. 또한 딥러닝을 활용해 다차원 데이터의 차원을 축소하는 오토엔코더 (AutoEncoder)도 비지도 학습에 해당한다. 이러한 비지도학습은 앞서 언급한 것처럼 데이터 간의 관계를 도출하여 그룹화하거나 다차원 데이터를 저차원으로 축소할 때 사용된다. 예를 들면 Choi (2019)은 뇌파 데이터에 비지도학습을 적용하여 특정유형으로 군집화하였다 [16].

### 2.3.3 강화학습이란?

강화학습은 인공지능 에이전트 (Agent)가 주어진 환경 (Environment)에서 자신의 상태 (State)를 인식해서 기대 보상 (Reward)을 최대화하는 순차적 최적 행동을 시행착오를 통해 학습하는 알고리즘이다.

대표적인 강화학습 알고리즘은 구글 딥마인드의 알파고 등이 있다. 또한 테슬라 등 자율주행차들의 핵심기술도 강화학습을 기반으로 하고 있다.

딥러닝이 분석목적에 따라 데이터상에 유용한 주요 정보를 자동으로 추출해 피처 엔지니어링을 최소화한다는

측면에서 인공지능이라면, 강화학습은 환경에 대한 사전 지식과 에이전트의 행동을 결정하는 정해진 모델 없이 에이전트가 시행과 반복 과정 중 환경과의 상호작용을 통하여 얻게 되는 보상과 페널티를 기준으로 최적 의사 결정 과정을 학습하므로 인공지능이다.

## 2.4 AI 유형 구분과 관련 선행연구

앞에서 인공지능 알고리즘을 사용 목적에 따라 크게 3가지 유형으로 분류했다. 하지만 알파고의 경우에도 강화학습 기반 인공지능이지만 에이전트가 바둑판 위에서의 상태 공간 (State Space)을 근사하기 위하여 딥러닝도 사용되었다. 따라서 주어진 문제에 따라 하나의 인공지능 알고리즘만 사용되는 게 아니라 복합적으로 다양한 인공지능 알고리즘이 종합적으로 사용될 수 있다.

아직 인공지능이 경제학에서의 기업의 생산함수나 이윤 극대화에 미치는 영향에 대한 선행연구는 부족한 실정이다. 따라서 본문에서는 기업의 내외부 경영환경과 각 경영환경 내에서의 빅데이터의 특징을 고려해 인공지능의 역할을 기반으로 인공지능 알고리즘을 (1) 고객마케팅을 위한 알고리즘 (2) 비용 절감을 위한 알고리즘 (3) 비용 절감을 위한 자동화 알고리즘으로 분류하였다.

구체적인 가정과 설정은 3장에서 언급하겠지만 이에 앞서 3가지 유형의 인공지능 알고리즘들이 기업에서 어떻게 활용되는가와 관련된 선행논문들을 언급하겠다.

### 2.4.1 고객 마케팅을 위한 알고리즘

빅데이터의 성장에 따라 고객에 대한 정형, 비정형 데이터들이 급격히 증가하고 있다. 특히 고객과 관련된 빅데이터는 급격한 양적 증가 외에도 데이터의 다양성이 대폭 증가하고 있으며 데이터의 증가속도나 변화속도 또한 향상되고 있다.

따라서 고객 측 데이터를 활용하여 제품에 대한 고객의 만족도와 인식을 개선하기 위하여 기업에서는 빅데이터 기반 마케팅을 확대할 필요성이 있다.

또한 인공지능 알고리즘을 빅데이터 마케팅에 적용하여 고객의 만족도와 충성도를 높일 수 있다면 고객의 제품에 대한 가격탄력성을 경감시킬 수도 있을 것이다.

특히 대표적인 인공지능 알고리즘인 딥러닝은 온라인 제품 리뷰, 신문 기사 및 방송, 소셜네트워크에서 글, 사진, 동영상 데이터들, 제품 이미지, 고객의 쇼핑 정보 등 비정형 데이터에서 마케팅에 유용한 정보를 도출하거나 예측 시 활용 될 수 있다. Urban et al. (2020)은 딥러닝이 혁신적인 마케팅 분석을 위한 유용한 방법이라고

주장 하였다 [17].

최근 고객이 직접 작성한 온라인 제품 리뷰들처럼 사용자-생성-콘텐츠 (User-Generated Content; UGC) 들은 고객의 니즈를 직접적으로 반영하고 있어 새로운 마케팅 분석 대상으로 주목받고 있다. 이러한 UGC 데이터들은 텍스트로 된 온라인 제품 리뷰 데이터나 고객이 찍은 이미지, 영상처럼 비정형 데이터도 포함한다.

만약 인공지능을 알고리즘을 활용해 고객이 작성한 온라인 제품 리뷰 데이터를 분석하여 고객의 제품 만족도를 예측하는 인공지능 모델을 만들 수 있다면 개별 제품에 대한 잠재 고객들의 만족도를 고객의 구매전에 예측하여 최적 제품을 추천할 수 있을 것이다. 이러한 고객의 선호도 혹은 만족도 예측 모델은 고객 맞춤형 마케팅 전략이나 온라인 및 오프라인 추천시스템에 적용할 수 있다. 이렇게 고객에게 만족도가 높은 제품을 추천할 수 있다면 고객의 후생은 증진될 수 있다. Reimers and Waldfogel (2020)은 고객들이 구매 전 기존 고객들이 사전에 작성한 온라인 제품 리뷰를 활용함으로써 고객의 후생이 증진되었다는 것을 아마존 제품 리뷰 데이터를 활용하여 실증분석하였다 [18]. Liu, Lee, and Srinivasan (2012)은 딥러닝을 활용해서 고객이 작성한 온라인 제품 리뷰 데이터에서 고객들의 제품특징에 대한 선호도를 분류하였다 [19]. Timoshenko and Hauser (2019)은 고객이 작성한 온라인 제품 리뷰 데이터를 딥러닝으로 분석하여 고객의 니즈를 파악하였다 [20].

고객이 쇼핑하는 과정이나 과거의 쇼핑기록 등 고객이 형성한 Digital Footprint들도 고객의 성향을 파악하거나 제품에 대한 만족도 제고를 위하여 활용될 수 있다. 특히 고객의 실시간 이동정보나 행동 패턴 정보를 활용할 수 있다면 고객의 현재 상태를 고려해 구매를 유인하는 실시간 마케팅 전략 수립에 활용이 가능하다.

Wan et al. (2017)은 추천시스템의 머신러닝 기법인 행렬분해 (Matrix Factorization)를 적용하여 고객의 쇼핑 데이터에서 고객의 선호도와 가격 민감도를 분석하였다 [21]. Athey et al. (2018)은 머신러닝 기법을 활용하여 빅데이터 내에서 고객의 선호도의 이질성과 레스토랑의 특징을 파악했다 [22]. Ruiz, Athey, and Blei (2017)은 고객의 구매 행동과 제품 간의 상호관계를 분석하기 위해 확률적 머신러닝 기법을 사용하였다 [23].

### 2.4.2 비용 절감을 위한 알고리즘

기업은 이윤 극대화를 위하여 비용을 최소화하려고 한다. 기업 간의 경쟁 상황에서 동일 재화를 동일 가격에

판매한다면 비용이 적은 기업이 더 높은 이윤을 얻을 것이다. 기업의 비용구조는 산업 및 사업에 따라 다르지만, 인공지능 도입을 통하여 생산비용을 절감할 수 있다면 기업의 수익성과 경쟁력이 개선될 것이다. 본 논문에서는 분석의 구체화를 위하여 비용 절감을 위한 인공지능 알고리즘을 자동화 유무에 따라 두 유형으로 구분하였다. 먼저 자동화를 고려하지 않는 비용 절감 알고리즘에 대하여 논하였다.

예를 들어 인공지능 분야 중 컴퓨터 비전을 활용해 제조공정 중 이상치가 있는 생산물을 발견하고 제외한다면 제조공정의 효율성을 향상하고 제품의 품질을 개선할 수 있다. 또한 예측 모델을 활용해 공정운영 시나리오별, 공정별 발생 가능한 비용을 예측할 수 있다면 사전에 비용구조를 고려하여 합리적인 경영의사 결정이 가능하다.

구체적으로 Bajari et al. (2015)은 머신러닝을 활용해 고객의 제품 수요를 예측했다 [7]. 고객의 예측수요를 더 잘 예측할 수 있다면 재고관리를 효율화하여 비용이 절감할 수 있다. Loyer et al. (2016)은 다양한 머신러닝 기법을 활용하여 제트엔진 제조 시 비용을 예측하였다 [24]. 삼성전자는 자회사인 삼성SDS의 인공지능 ‘브라이틱스’를 이용해 독일법인의 가전기기 수요 예측의 정확성을 개선하여 가전 판매가 200% 이상 증가하고 재고 처리 비용을 절반가량 절감하였다 [25]. 포스코도 CCTV 동영상 정보를 분석하는 AI를 활용하여 고로 내부의 쇠물의 온도 편차를 줄여 연간 600억가량의 비용을 절감하였다 [25]. LG화학도 유리 기관의 불량률을 분별하는 AI를 도입해 ‘비전검사’의 정확도를 개선하였다 [25].

#### 2.4.3 비용 절감을 위한 자동화 알고리즘

앞서 언급한 바와 같이 기업은 비용 절감을 통하여 기업의 이윤을 최대화할 유인이 있다. 기업은 인공지능을 활용한 자동화를 통하여 비용을 절감할 수 있다.

대표적인 인공지능을 통한 비용 절감 알고리즘은 공정등을 최적화하기 위한 강화학습이 있다. 강화학습은 기업의 비용 최소화를 위한 최적 공정을 모델이나 사전지식 없이 주어진 공정데이터 내에서 에이전트가 스스로 학습하여 도출할 수 있다.

또한 강화학습 알고리즘이 적용된 자동화 로봇들을 활용하여 생산 공정을 자동화할 수 있다면 공정효율이 개선되고 인건비가 절감될 수 있어서 기업의 이윤이 증가할 수 있다.

Acemoglu & Restrepo (2018)도 AI와 자동화를 통

해서 기업의 생산비용을 절감하고 생산성을 개선할 수 있다고 주장하였다 [26]. Amazon (2017)은 로봇을 활용하여 재고관리 시 물류 이동을 위한 최적 루트를 이용하여 업무의 효율성을 개선하고 비용을 절감하고 있다 [27]. 구글의 딥마인드 (2016)는 머신러닝을 적용하여 데이터 센터 내 전력사용량을 40%가량 절감하였다 [28]. LG전자도 국내의 협력사들의 생산성 향상과 스마트팩토리 구축을 위하여 인공지능과 빅데이터를 활용한 스마트 공장 구축 솔루션을 지원하고 있다 [29].

소수기업이 독점적 지위를 바탕으로 시장지배력을 행사하여 신규진입 기업의 시장진입을 저지하거나 경쟁을 통한 혁신을 저해하면 소비자 후생이 감소할 수 있다.

따라서 본 논문은 앞서 언급한 이론적 배경과 선행연구를 바탕으로 기업의 내외부 경영환경에 따라 인공지능 알고리즘들의 역할을 규명하고 빅데이터의 특징을 구체화하였다.

이후 기존 독점기업의 인공지능 알고리즘 및 빅데이터 경쟁력과 데이터 공유가 신규 기업의 시장진입에 미치는 영향을 게임이론을 적용하여 도출하였다.

이러한 이론적 연구는 정책입안자들이 인공지능과 빅데이터의 기업, 산업, 시장, 그리고 사회적 후생에 미치는 영향을 분석하거나 정책 설계 시에 이론적 프레임워크를 제공할 수 있으며 기초 연구자료로 활용될 수 있다.

또한 기업은 본 논문의 게임이론 모형 내에서 인공지능과 빅데이터에 따른 참여 기업의 전략적 의사결정 과정을 참고하여 실제 경영전략 수립 시 참고하거나 기초이론 연구자료로 본 논문을 활용할 수 있다.

### 3. 연구 방법 및 모형

#### 3.1 연구 방법 개요

본 논문은 완전정보 순차 게임으로 참여기업들이 의사결정의 순서를 고려하여 생산량을 가지고 경쟁하는 스타켈버그 (Stackelberg) 모형을 활용하였다.

기존 독점시장에서 신규 기업이 진입 시 복점 시장이 되며 신규기업이 시장 진입 실패 시에는 그대로 독점 시장이 유지된다고 가정하였다. 스타켈버그 모형의 가정대로 기존 독점기업과 신규 진입기업은 제품 생산량을 가지고 경쟁한다. 하지만 인공지능과 빅데이터의 영향을 분석하기 위하여 전통적인 스타켈버그 모형을 추가적인 가정을 고려하여 개선하였다.

본 논문은 기존 스타케홀더 모형과 달리 기존 독점기업은 생산량외에도 신규 기업을 대상으로 한 데이터 공유량을 결정한다. 이를 통하여 기존 독점기업의 빅데이터 공유가 신규기업의 시장진입에 미치는 영향과 기업들의 빅데이터와 인공지능이 신규 기업의 시장진입에 진입장벽으로 역할을 하는지를 이론적으로 분석하였다.

구체적으로 초기시장은 독점시장으로 기존 독점기업은 선도자로 먼저 생산량과 얼마만큼의 데이터를 신규 기업이 진입 시 공유할지를 결정한다. 주어진 모형에서는 정부 규제에 따라 데이터 공유가 요구되었다고 가정하였다. 이와 같은 가정은 Uber에 캘리포니아 주가 교통규제에 중요한 택시 운행과 택시 운전자 정보를 공개하라고 2019년 5월 20일 법원 판결을 낸 사례 등을 배경으로 하였다.

먼저 생산량을 결정하는 선도자인 기존 독점기업은 추종자인 신규 기업의 반응함수를 알고 있다. 그러므로 기존 독점기업은 신규 기업의 반응함수를 고려하여 이윤을 최적화하는 생산량을 결정한다. 이때 기존 독점기업은 독점시장에서의 축적한 사업데이터와 사업 노하우를 통하여 신규 진입기업대비 인공지능과 빅데이터의 경쟁력이 더 우수하다고 가정했다.

이후 신규 기업은 기존 독점기업이 생산량과 데이터 공유량을 결정하며 이를 주어진 것으로 판단하고 이윤 극대화를 위한 생산량을 결정한다. 이때 이윤이 발생하여 생산량의 값이 0 이상이면 시장진입을 의미한다.

이론적 프레임과 연구모형은 Fig. 3을 통하여 도식화하고 이후 주요 사항들을 항목별로 설명하였다.

### 3.2 기업, 경영환경, 빅데이터의 유형

참여기업의 유형을  $i$ 로 표기하며  $i=1$ 은 기존 독점기업을  $i=2$ 은 신규 기업을 의미한다.

개별 기업들의 경영환경은  $k$ 로 나타낸다.  $k=1$ 은 외부 경영환경을 의미하고  $k=2$ 은 내부 경영환경을 의미한다. 외부 경영환경은 기업 외 고객과 상호작용을 하는 환경을 의미한다. 내부 경영환경은 기업의 생산과정에서 비용 최소화를 실현할 수 있는 기업 내 환경을 의미한다.

기업의 빅데이터는 기업의 유형과 경영환경을 고려해  $B_k^i$ 와 같이 나타낸다. 예를 들어  $B_2^1$ 은 기존 독점기업 ( $i=1$ )의 내부환경 ( $k=2$ )의 빅데이터를 의미한다.

기존 독점기업은 외부 경영환경 데이터를 신규 진입기업에 공유할 수 있다. 그리고 기존 독점기업의 외부 환경 데이터 공유량은  $B_s$ 로 표기된다. 기존 독점기업의 내

부 환경 데이터는 공유가 불가능하다고 가정하였다. 왜냐하면 대부분의 기업의 사내 생산 관련 데이터는 비공개데이터로 대외비이기 때문이다. 또한 기존 독점기업의 공유 가능한 외부환경 데이터양은 총 외부 환경 데이터보다는 적다고 가정하였다 ( $0 < B_s \leq \max B_s^1 < B_1^1$ ).

### 3.3 인공지능 알고리즘의 유형

2장에서 간략하게 언급하였듯이 AI 알고리즘은 3가지 유형으로 나뉜다. 기업의 내외부 환경을 고려하면 먼저 기업 외부에서 (1) 고객마케팅을 위한 알고리즘, 기업 내부에서 (2) 비용 절감을 위한 알고리즘, (3) 비용 절감을 위한 자동화 알고리즘으로 구분된다. 게임이론 전개를 위한 구체적인 표기는 하기와 같이 이루어졌다.

#### 3.3.1 $A_1^i(B_1^i)$ : 고객마케팅을 위한 알고리즘

첫 번째 알고리즘은 고객마케팅을 위한 인공지능 알고리즘이다. 본 알고리즘은 기업 외부환경에서의 빅데이터를 활용한 고객마케팅을 통하여 고객의 만족도를 높인다. 인공지능을 통한 맞춤형 광고, 추천시스템 등으로 마케팅 효과가 개선되면 고객에게 제품이 차별화된다고 가정한다.

또한  $A_1^i(B_1^i)$ 은 외부 경영환경 데이터의 함수로서 이차 미분 가능한 오목함수이다. 오목함수임을 가정해서 인공지능 성능의 최대화와 빅데이터에 따른 인공지능 성능의 한계 체감효과 (Diminishing Marginal AI Performance)를 이론모형에 반영할 수 있다.

#### 3.3.2 $A_2^i(B_2^i)$ : 비용 절감을 위한 알고리즘

두 번째 인공지능 알고리즘은 기업 내부의 빅데이터를 활용하여 기업의 생산비용을 절감한다. 이때 자동화 알고리즘은 제외한다.

또한  $A_2^i(B_2^i)$ 은 기업 내부환경 빅데이터의 함수로서 이차 미분 가능한 오목함수이다. 이러한 가정을 통하여 알고리즘의 최대화 및 인공지능 성능 향상이 데이터 증가에 한계체감 함을 이론모형에 반영한다.

이러한 알고리즘은 이상치를 조기 발견하여 생산비용을 절감하거나 생산과정의 효율성을 개선하거나 내부 사업환경 내에서 가장 비용 효율적 프로세스를 도출하는데 사용될 수 있다.

#### 3.3.3 $A_3^i(B_3^i)$ : 비용 절감을 위한 자동화 알고리즘



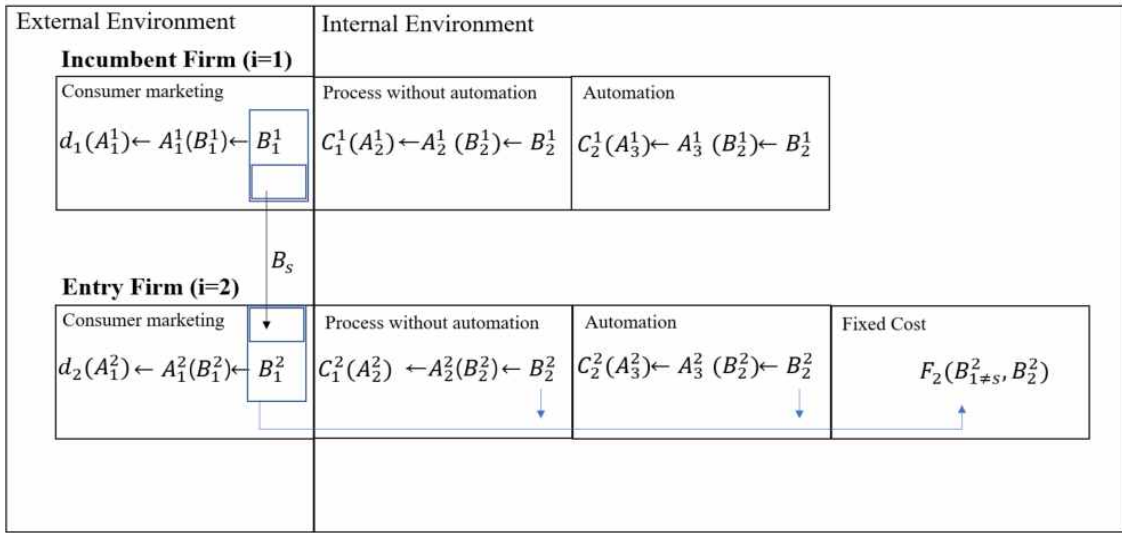


Fig. 3. The Framework of the Entry Game

증

세 번째 인공지능 알고리즘은 기업 내부의 빅데이터를 활용하여 생산비용을 자동화를 통하여 절감한다.

또한  $A_3^i(B_3^i)$ 도 기업 내부환경 빅데이터의 함수로서 이차 미분 가능한 오목함수이다. 이러한 가정을 통하여 알고리즘의 최대화 및 인공지능 성능 향상이 데이터 증가에 한계체감 함을 시사한다.

이러한 인공지능 알고리즘은 에이전트가 시행 반복을 통해 주어진 환경과의 상호작용하며 보상을 최대화하는 최적 의사결정 과정을 학습하는 것이다.

대표적으로 강화학습의 Q-Learning이 있으며 에이전트는 사전에 사람이 구현한 모델 없이도 주어진 환경에서 행동에 따른 보상을 획득하는 과정에서 최적 의사결정 과정을 학습한다. 이를 통해 사람에게서 주어진 모델이 없어도 기계가 스스로 학습을 통해 업무를 자동화한다.

이러한 알고리즘은 기업의 내부사업 및 생산과정 자동화를 통하여 비용 절감을 유도 할 수 있다.

### 3.4 생산비용 유형

생산비용은 C로 표기하며 기업 내부환경에서만 비용이 발생한다고 가정하였다. 또한 비용은 자동화로 절감이 불가능한 비용  $C_1^i$ 과 가능한 비용  $C_2^i$ 으로 구분된다.

기업 i의 총 생산비용은  $C^i = C_1^i + C_2^i$ 와 같다.

위와 같이 기업을 기존 및 신규 진입기업으로 분류하고 기업의 경영환경을 다시 내부 및 외부로 구분하였다.

그리고 빅데이터 유형을 내부, 외부로 구분하였으며 인공지능 알고리즘을 3가지 유형으로 구분하였다.

또한 기존 독점기업은 사업 경험을 통해 더 많은 데이터를 확보 중이며 동일한 데이터를 보유 시 인공지능 알고리즘의 역량도 신규 진입기업 대비 우수하다 ( $A^1(B^1) > A^2(B^2)$  where  $B^1 = B^2$ ).

## 4. 연구 결과 및 논의

4장에서는 앞서 언급한 이론적 가정들을 게임이론 모형에 적용 후 수식을 전개하여 시사점을 도출하였다.

### 4.1 수요함수

먼저 역수요함수 (Inverse Demand Function)를 (1)과 같이 가정하였다.

$$(1) \quad p_i = 1 - bq_i - d_i(A_1^i)q_j; \quad i \neq j; \quad i = \{1, 2\};$$

$$b, d_i > 0; \quad b > d_i > 0;$$

$p_i$  is price;  $q_i$  is quantity sold;  $\frac{\partial d_i}{\partial A_1^i} < 0$ ;

$$\frac{\partial p_i}{\partial A_1^i} > 0; \quad p_i - C^i > 0; \quad C^i = C_1^i + C_2^i$$

(1)에서 기업 i의 가격은 i기업의 생산량 외에도 경쟁기업 j의 생산량에 의해 결정된다. 이때 개별 기업의 생산량 앞에 마이너스를 둔 이유는 수요의 가격탄력성은 마이너스로 가격이 오르면 수요가 감소한다고 가정하였

기 때문이다.

i 기업의 생산량이 가격에 미치는 효과 b는 경쟁기업의 생산량이 가격에 미치는 효과 d 보다 크다. 이때 경쟁기업의 생산량이 i 기업의 가격에 미치는 효과는  $d_i(A_1^i)$ 로 표기되며 기업 i의 고객마케팅을 위한 인공지능 알고리즘 ( $A_1^i$ )의 감소함수이다. 즉 고객마케팅을 위한 인공지능 알고리즘( $A_1^i$ )의 성능이 향상되면 d가 감소한다. 이는 생산량 경쟁에서 경쟁기업의 생산량이 늘어나더라도 기업 i의 가격이 덜 하락함을 시사한다.

이때 기업 i의 단위 총 생산비용은 해당 재화의 가격보다 작다 ( $p_i - C^i > 0$ ). 왜냐하면 판매가격보다 비용이 많이 들면 수익이 발생하지 않아 기업이 시장에서 이탈하기 때문이다.

#### 4.2 신규기업의 최적반응함수

의사결정의 순서를 고려하는 순차 게임 (Sequence Game)에서는 먼저 선도자가 추종자의 반응함수를 미리 알고 의사결정을 하고 나서 추종자가 의사결정을 한다. 본 연구에서는 선도자가 기존 독점기업이고 추종자가 신규 진입기업이다.

이때 순차 게임에서 내시균형을 찾기 위해서는 먼저 추종자의 최적반응함수 (Best Response Function; BRF)를 도출하고 이를 이용하여 선도자의 1계 조건 (First-Ordered Condition; FOC)을 풀어 선도자의 최적생산량을 구하고 이를 이용해 다시 추종자의 최적 생산량을 구한다.

먼저 신규기업 i=2의 최적반응함수를 도출하기 위해서는 이윤 극대화의 1계 조건을 풀어야 한다. 이때 1계 조건은 이윤을 생산량으로 일차 미분하는 과정을 의미한다.

신규 기업의 이윤은 하기와 같이 표현된다.

$$(2) \max_{q_2} \pi_2 = p_2 q_2 - C^2 q_2 - F_2 = (p_2 - C^2) q_2 - F_2$$

여기서 F는 고정비용을 의미한다. 위 식에 (1)에서의 역수요함수를 이용해  $p_2$ 를 대입하면 (2)은 하기와 같다.

$$(3) \max_{q_2} \pi_2 = (1 - b q_2 - d_2 q_1 - C^2) q_2 - F_2$$

(3)을  $q_2$ 로 일차 미분한 1계 조건은 하기와 같다.

$$(4) \text{FOC } q_2: 1 - 2b q_2 - d_2 q_1 - C^2 = 0$$

여기서 신규 진입기업의 최적반응함수를 도출하면 하

기와 같다.

$$(5) \text{Entry firm's BRF is } q_2(q_1) = \frac{1 - d_2 q_1 - C^2}{2b}$$

지금까지 신규 진입기업의 최적반응함수를 구하였다. 신규 기업은 기존 독점기업이 생산량  $q_1$ 을 결정하면 이를 추종자로서 주어진 값으로 받아들인다. 그리고 신규 기업은 최적반응함수 (5)에 주어진 기존 기업의 생산량  $q_1$ 을 대입하여 생산량  $q_2$ 를 결정한다.

#### 4.3 기존기업의 최적 생산량

기존 기업은 선도자로 추종자인 신규 기업의 최적반응함수 (5)을 알고 있는 상태에서 이윤 극대화를 위한 생산량을 결정한다. 기존 기업의 이윤은 아래와 같다.

$$(6) \max_{q_1} \pi_1 = (p_1 - C^1) q_1 - F_1,$$

위 식에서 (1)을 활용하여  $p_1$ 을 대입하면 하기와 같다.

$$(7) \max_{q_1} \pi_1 = (1 - b q_1 - d_1 q_2 - C^1) q_1 - F_1$$

위 식에서 다시  $q_2$ 에 신규 진입기업의 최적반응함수 (5)를 대입하면 하기와 같다.

$$(8) \max_{q_1} \pi_1 = \left( 1 - b q_1 - d_1 \frac{1 - d_2 q_1 - C^2}{2b} - C^1 \right) q_1 - F_1$$

기존 독점기업의 최적 생산량을 구하기 위해서는 이윤 (8)을 극대화하는 생산량을 구해야 한다. 이를 위해서는 (8)을 생산량  $q_1$ 로 일차 미분하는 1계 조건 (FOC)의 해를 구해야 한다.

$$(9) \text{FOC } q_1: 1 - 2b q_1 - d_1 \frac{1 - 2d_2 q_1 - C^2}{2b} - C^1 = 0$$

위 식을 만족하는  $q_1$ 이 기존 독점기업의 최적 생산량으로 좌변을  $q_1$ 으로 두고 다른 항들을 우변으로 치환 후 정리하면 하기와 같이 기존 독점기업의 최적 생산량  $q_1^* > 0$ 이 도출된다. 이때 독점기업은 신규기업의 진입여부에 상관없이 시장에 항상 경제활동을 하므로 양의 생산량을 가진다.

(10) 기존 독점의 최적생산량

$$q_1^* = \frac{2b - d_1 + d_1 C^2 - 2b C^1}{4b^2 - 2d_1 d_2} > 0; \frac{\partial q_1^*}{\partial C^1} < 0; \frac{\partial q_1^*}{\partial C^2} > 0$$

$$4b^2 - 2d_1 d_2 > 0$$

이때 기존 기업의 최적 생산량  $q_1^*$ 은 자신의 비용의

증가에는 감소하고  $\frac{\partial q_1^*}{\partial C^1} < 0$ , 경쟁 기업의 비용증가에는 증가한다  $\frac{\partial q_1^*}{\partial C^2} > 0$ . 또한 (1)에서의  $b > d_1 > 0$ 가 정에 따라  $4b^2 - 2d_1d_2 > 0$ 을 성립하므로  $q_1^*$ 의 분모는 양이다.

또한  $q_1^* > 0$ 이고  $q_1^*$ 의 분모도  $4b^2 - 2d_1d_2 > 0$  이므로 분자인  $2b - d_1 + d_1C^2 - 2bC^1$ 도 아래와 같이 양이어야 한다.

$$(11) \quad 2b - d_1 + d_1C^2 - 2bC^1 > 0$$

위의 식을  $C^1$ 을 좌변으로 치환해 풀면 아래와 같다.

$$(12) \quad \bar{C} = \frac{2b + d_1(C^2 - 1)}{2b} > C^1; \quad C^2 - 1 > 0$$

$$\frac{\partial \bar{C}}{\partial C^2} > 0$$

위 식은  $q_1^* > 0$ 조건에서 도출되었으므로 기존 독점 기업의 총 생산비용  $C^1$ 이  $\bar{C}$ 보다 이하이면 기존 기업은 시장에서 퇴출하지 않고 생산을 유지한다.

#### 4.4 신규기업의 최적 생산량

신규 진입기업은 선도자인 기존 독점기업의 생산량이 주어진 것으로 판단하고 기존 기업의 최적 생산량  $q_1^*$ 을 신규 기업의 최적반응함수 (5)에 대입하여 신규 기업의 최적 생산량을 구한다.

$$(13) \quad q_2(q_1) = \frac{1 - d_2q_1 - C^2}{2b} \text{에 } q_1 = q_1^* \text{을 대입하면}$$

$$q_2^* = \frac{1 - C^2}{2b} - \frac{d_2}{2b} q_1^* \geq 0; \quad \frac{\partial q_2^*}{\partial C^2} < 0; \quad \frac{\partial q_2^*}{\partial C^1} > 0$$

이처럼 신규 진입기업의 최적 생산량  $q_2^*$ 는 자기 비용의 감소함수이며 경쟁기업인 기존 독점기업의 비용에는 증가함수이다.

이때 신규 기업이 시장에 진입했다는 의미는 최적 생산량이 0 이상으로 시장에서 생산활동을 하고 있다는 것이다. 따라서 신규 기업이 시장에 진입할 조건은  $q_2^* > 0$ 으로 생산량이 양이어야 한다. 위 조건을 만족하기 위한 기존 기업의 총생산비용의 조건은 (13)식에서  $q_2^*$ 에 (10)에서의  $q_1^*$ 을 대입하여  $q_2^*$ 이 양일 조건을 구하면 하기와 같다.

(14)  $q_2^* > 0$ 으로 신규 기업이 진입할 조건은

$$C^1 > \underline{C}; \quad \underline{C} = \frac{2bd_2 - 4b^2 + d_1d_2 + C^2(4b^2 - d_1d_2)}{2bd_2}$$

$$\frac{\partial \underline{C}}{\partial C^2} > 0$$

위처럼 기존 독점기업의 총비용  $C^1$ 이  $\underline{C}$ 보다 커야지만 신규 기업이 시장에 진입해 생산을 할 수 있다. 이때  $\underline{C}$ 은  $C^2$ 의 감소함수이다. .

#### 4.5 순차 게임에서의 내쉬균형

기존 독점기업과 신규 기업의 최적 생산량인 (10)과 (13)을 반영해 부분게임 내시균형(Subgame Nash Perfect Equilibrium; SPNE)은 하기와 같다.

$$(15) \quad (q_1^*, q_2(q_1^*)) = \left( \frac{2b - d_1 + d_1C^2 - 2bC^1}{4b^2 - 2d_1d_2}, \frac{1 - d_2q_1^* - C^2}{2b} \right)$$

부분게임 내쉬균형은 순차 게임에서 참여자들이 모든 부분게임에서 최적 선택을 하는 내시균형을 의미한다.

#### 4.6 복점 시장을 유지할 조건

신규 기업이 시장에 진입하여 기존의 독점기업과 같이 복점 시장을 형성 할 조건은 기존 독점기업의 총비용  $C^1$ 의 상한 (12)와 하한 (14)를 고려하면 하기와 같다.

$$(16) \quad \bar{C} > C^1 > \underline{C}.$$

기존 기업의 총비용이 위 조건을 만족할 때 신규 기업은 시장에 진입하고 기존 기업은 시장을 이탈하지 않아 두 기업은 복점 시장에서 생산량으로 경쟁을 한다.

(17)  $\bar{C}, \underline{C}, C^1, C^2 \in R^+$ 로 비용 변수들이 양의 값을 가진다고 가정하고 기존 독점기업의 비용의 상한과 하한의 차를  $D = \bar{C} - \underline{C}$ 로 두고 분석을 하면 하기와 같다.

$$\frac{\partial D}{\partial C_2} = \frac{\partial \bar{C}}{\partial C^2} - \frac{\partial \underline{C}}{\partial C^2} > 0 \text{ if } \frac{\partial \bar{C}}{\partial C^2} > \frac{\partial \underline{C}}{\partial C^2}$$

$$\frac{\partial D}{\partial C_2} = \frac{\partial \bar{C}}{\partial C^2} - \frac{\partial \underline{C}}{\partial C^2} < 0 \text{ if } \frac{\partial \bar{C}}{\partial C^2} < \frac{\partial \underline{C}}{\partial C^2}$$

신규 기업이 시장진입을 하고 복점 시장을 유지하기 위해서는 D의 값이 클수록 유리하나 D는 신규 기업의 총비용의 증가함수일 수도 감소함수일 수도 있다.

#### 4.7 빅데이터 공유에 따른 최적 생산량 영향

기존 기업은 오로지 기업 외부환경 데이터만을 공유할 수 있다. 따라서 기존 기업이 외부환경 데이터를 신규 기업에게 공유 시 기존 기업의 최적 생산량에 미치는 영향을 도출하였다. 기존 기업의 최적생산량  $q_1^*$ 을 (10)에서 가져와 외부데이터 공유량  $B_s$ 으로 미분을 하면 하기와 같다.

$$(18) \frac{\partial q_1^*}{\partial B_s} = \frac{\partial q_1^*}{\partial d_1} \frac{\partial d_1}{\partial A_1^1} \frac{\partial A_1^1}{\partial B_s} = 0; \frac{\partial A_1^1}{\partial B_s} = 0$$

위의 식은 기존 기업의 고객마케팅을 위한 알고리즘의 성능은 외부 데이터 공유에 영향을 받지 않는다는 것을 시사한다. 이는 기존 기업이 외부 데이터를 복사해 신규 기업에 공유해준더라도 원래 기존 기업의 외부 데이터 자체는 변함이 없기 때문이다.

반면에 신규기업의 경우 기존 기업이 외부 데이터를 공유해주면 최적 생산량이 증가한다. 신규 기업의 최적생산량  $q_2^*$ 를 (13)에서 가져와 기존 기업의 외부 빅데이터 공유량  $B_s$ 으로 미분하면 하기와 같다.

$$(19) \frac{\partial q_2^*}{\partial B_s} = \frac{\partial q_2^*}{\partial d_2} \frac{\partial d_2}{\partial A_1^2} \frac{\partial A_1^2}{\partial B_s} > 0; \frac{\partial q_2^*}{\partial d_2} < 0$$

$$\frac{\partial d_2}{\partial A_1^2} < 0; \frac{\partial A_1^2}{\partial B_s} > 0$$

$$\frac{\partial q_2^*}{\partial d_2} = \frac{2b(2b(C^1-1) + d_1(1-C^2))}{(4d^2 - 2d_1d_2)^2} < 0 \text{ with the}$$

assumption of  $C^1 < C^2$

이때  $C^1 < C^2$ 은 동일 재화의 단위 생산비용이 기존 기업이 신규 기업보다 적다는 걸 의미한다. 이는 기존 기업이 먼저 사업을 경험하며 쌓은 노하우 등으로 신규기업보다 더 비용 효율적이라는 것을 의미한다.

결과적으로 (18)과 (19)을 보면 기존 기업이 외부 빅데이터를 공유하더라도 기존 기업의 최적 생산량에 변화가 없지만, 신규 기업은 최적 생산량이 증가하였다. 따라서 기존 기업이 외부 빅데이터를 공유할수록 신규 기업의 시장진입 및 최적 생산량 확대 가능성이 증가한다.

하지만 3장에서 기존 기업이 공유 가능한 외부 빅데이터는 기존 기업의 총 외부 빅데이터량 보다는 작다고 가정하였다 ( $0 < B_s \leq \max B_s^1 < B_1^1$ ). 이는 기존 기업이 이윤 극대화를 추구하는 과정에서 고객의 모든 데이터 공유하기는 힘들 것이며 이외에도 데이터 프라이버시, 대외비 등을 고려해 가정되었다. 그러므로 신규 진입

기업이 기존 기업이 공유 가능한 상한보다 더 많은 외부 환경 빅데이터를 구축하기 위해서는 추가적인 자체 투자가 필요하다.

#### 4.8 빅데이터에 따른 이윤 영향

외부 빅데이터에 따른 신규 진입기업의 영향을 도출하기 위해서 (2)에서의 신규 기업의 이윤을 하기와 같이 구체화 시켰다.

$$(20) \pi_2^* = (p_2^* - C^2)q_2^* - F(B_{1 \neq s}^2, B_2^2) > 0 \text{ with}$$

the assumption  $p^i - C^i > 0$

$$(1 - bq_2^* - d_2q_1^* - C^2)q_2^* > F(B_{1 \neq s}^2, B_2^2) \text{와 같다.}$$

$$\frac{\partial F}{\partial B_{1 \neq s}^2} > 0; \frac{\partial F}{\partial B_2^2} > 0$$

신규 기업의 고정비용은 직접 구축한 외부 환경 데이터  $B_{1 \neq s}^2$  와 내부 환경 빅데이터  $B_2^2$ 의 함수이다. 특히  $B_{1 \neq s}^2$ 은 신규 기업이 기존 기업에 공유받지 않고 직접 투자하여 구축한 외부환경 데이터이다. 여기서 데이터 관련 고정비란 빅데이터 구축 시 발생한 데이터 마이닝, 데이터 구매, 데이터 관련 인프라 등과 관련된 비용을 의미한다.

신규 기업의 이윤이 양일 조건  $\pi_2^* > 0$ 은 (20)에 전개하였듯이  $(p_2^* - C^2)q_2^*$ 가 고정비용  $F(B_{1 \neq s}^2, B_2^2)$ 보다 크면 된다.

또한 외부 환경 빅데이터 공유에 따른 신규기업의 최대이윤 영향을 분석하기 위해서는 신규 기업의 최대이윤을 외부 데이터 공유량으로 일차 미분하여야 한다. 이를 (18)을 반영하여 전개하면 하기와 같다.

$$(21) \text{from (18), } \frac{\partial \pi_2^*}{\partial B_s} = \frac{\partial \pi_2^*}{\partial q_2^*} \frac{\partial q_2^*}{\partial B_s} > 0$$

위 식을 해석하면 기존 기업의 외부 빅데이터 공유량이 증가하면 신규 기업의 최대 이윤이 증가한다. 따라서 독점시장을 형성하고 있는 시장에서 기존 기업이 외부 데이터를 신규 기업에 공유하면 신규 기업의 시장진입을 유인한다.

또한 기존 독점기업의 최적 생산량의 증가가 신규 기업의 최적 이윤에 미치는 영향을 분석하기 하기와 같이 일차 미분을 하였다.

$$(22) \frac{\partial \pi_2^*}{\partial q_1^*} = -d_2q_2^* \leq 0 \text{ the equality condition}$$

holds if  $q_2^* = 0$

위 식에서처럼 선도자인 기존 독점기업의 최적 생산량이 증가할수록 신규 기업의 최적 이윤은 감소하였다. 이는 순차 게임에서 독점기업이 선도자로서 이득을 보고 있다는 점을 시사한다.

#### 4.9 고객마케팅 알고리즘의 영향

앞서 도출한 이론적 결과들을 기반으로 고객마케팅을 위한 알고리즘이 기업들의 최적 생산량과 최적 이윤에 미치는 영향을 도식화하였다.

$$(23) \frac{\partial q_1^*}{\partial A_1^1} \text{ is } \frac{(C^2-1)(4b^2-2d_1d_2)+2d_2[2b(1-C^1)+(C^2-1)d_1]}{(4b^2-2d_1d_2)} \times \frac{\partial d_1}{\partial A_1^1}$$

From (1)  $\frac{\partial d_i}{\partial A_1^1} < 0$  and from (1)  $4b^2-2d_1d_2 > 0$ ;

therefore the sign of  $\frac{\partial q_1^*}{\partial A_1^1}$  is conditional based on

the sign of the numerator as follows:

Case 1: if  $\frac{1-C^2}{1-C^1} > \frac{d_2}{b} > 0$  then  $\frac{\partial q_1^*}{\partial A_1^1} > 0$

$$\frac{\partial \pi_2^*}{\partial A_1^1} = \frac{\partial \pi_2^*}{\partial q_1^*} \frac{\partial q_1^*}{\partial A_1^1} < 0;$$

$$\frac{\partial \pi_2^*}{\partial B_1^1} = \frac{\partial \pi_2^*}{\partial q_1^*} \frac{\partial q_1^*}{\partial A_1^1} \frac{\partial A_1^1}{\partial B_1^1} < 0$$

Case 2: if  $0 < \frac{1-C^2}{1-C^1} < \frac{d_2}{b}$  then  $\frac{\partial q_1^*}{\partial A_1^1} < 0$

$$\frac{\partial \pi_2^*}{\partial A_1^1} = \frac{\partial \pi_2^*}{\partial q_1^*} \frac{\partial q_1^*}{\partial A_1^1} > 0;$$

$$\frac{\partial \pi_2^*}{\partial B_1^1} = \frac{\partial \pi_2^*}{\partial q_1^*} \frac{\partial q_1^*}{\partial A_1^1} \frac{\partial A_1^1}{\partial B_1^1} > 0$$

위와 같이 기존기업의 고객마케팅을 위한 알고리즘과 외부환경 빅데이터에 따라 신규 기업의 최대이윤은 증가할 수도 감소할 수도 있다. 따라서 기존 기업의 고객마케팅 인공지능 성능과 외부 빅데이터 증가는 신규 기업의 시장진입에 진입장벽이 될 수도 안될 수도 있다.

#### 4.10 비용 절감 알고리즘들의 영향

기존 독점기업의 비용 절감을 위한 알고리즘과 비용 절감을 위한 자동화 알고리즘 성능향상이 신규 기업의

이윤 극대화에 미치는 요인을 분석하기 위해서는 사전에 기존 기업의 비용 절감 알고리즘들의 성능 향상이 기존 기업의 최적 생산량에 미치는 영향을 분석해야 한다. 따라서 기존 기업의 최적 생산량을 비용 절감 알고리즘들로 일차 미분하여 방향성을 도식화하면 하기와 같다.

$$(24) \frac{\partial q_1^*}{\partial A_2^1} = \frac{\partial q_1^*}{\partial C^1} \frac{\partial C^1}{\partial A_2^1} > 0;$$

$$\frac{\partial q_1^*}{\partial A_3^1} = \frac{\partial q_1^*}{\partial C^1} \frac{\partial C^1}{\partial A_3^1} > 0; \frac{\partial q_1^*}{\partial B_2^1} > 0$$

(24)에서 기존기업의 비용 절감을 위한 알고리즘과 비용 절감을 위한 자동화 알고리즘은 기존 기업의 최적 생산량을 증가시킨다. 또한 기존 기업의 외부 환경 빅데이터의 증가 시 기존 기업의 최적 생산량은 증가한다.

(24)를 기반으로 기존 기업의 비용 절감 알고리즘들의 성능향상이 신규 기업의 최적이윤에 미치는 방향성을 도식화하면 하기와 같다.

$$(25) \frac{\partial \pi_2^*}{\partial A_2^1} = \frac{\partial \pi_2^*}{\partial q_1^*} \frac{\partial q_1^*}{\partial A_2^1} < 0;$$

$$\frac{\partial \pi_2^*}{\partial A_3^1} = \frac{\partial \pi_2^*}{\partial q_1^*} \frac{\partial q_1^*}{\partial A_3^1} < 0; \frac{\partial \pi_2^*}{\partial B_2^1} < 0$$

(25)에서 기존 기업의 비용 절감을 위한 알고리즘과 비용 절감을 위한 자동화 알고리즘의 성능 개선은 신규 기업의 최적 이윤이 감소시킨다. 기존 기업의 외부 빅데이터가 증가도 신규 기업의 최적 이윤이 감소시킨다.

따라서 기존 독점기업은 비용 절감을 위한 알고리즘들의 우월한 성능과 내부 빅데이터 경쟁력은 신규 기업의 시장진입을 저해시킬 유인이 있다.

4장의 주요 결과들을 표로 정리하면 Table 1과 같다.

## 5. 결론

본 논문은 독점시장에서 신규 기업이 시장진입 시 인공지능 알고리즘, 빅데이터, 그리고 기존 독점기업의 데이터 공유가 미치는 영향을 완전정보 순차 게임을 통하여 분석하였다.

특히 인공지능 알고리즘을 고객마케팅, 비용 절감, 자동화를 통한 비용 절감 알고리즘으로 구분하였다. 또한 빅데이터를 고객마케팅을 위한 외부 데이터와 비용 절감을 위한 내부 데이터로 구분하였다.

기존 독점기업은 외부 환경데이터를 신규 기업에게 공

Table 1. Summary of Main Results

Results	Equations	Label*
Entry firm's Best Response Function (BRF)	$q_2(q_1) = \frac{1 - d_2 q_1 - C^2}{2b}$	(5)
Incumbent firm's optimal quantity	$q_1^* = \frac{2b - d_1 + d_1 C^2 - 2bC^1}{4b^2 - 2d_1 d_2} > 0$	(10)
Entry firm's optimal quantity	$q_2^* = \frac{1 - C^2}{2b} - \frac{d_2}{2b} q_1^* \geq 0$	(13)
Subgame Nash Perfect Equilibrium (SPNE)	$(q_1^*, q_2(q_1^*)) = \left( \frac{2b - d_1 + d_1 C^2 - 2bC^1}{4b^2 - 2d_1 d_2}, \frac{1 - d_2 q_1^* - C^2}{2b} \right)$	(15)
The condition of both firms produces a positive amount of output	$\bar{C} > C^1 > \underline{C}$ where	(16)
	$\bar{C} = \frac{2b + d_1(C^2 - 1)}{2b}$	(12)
	$\underline{C} = \frac{2bd_2 - 4b^2 + d_1 d_2 + C^2(4b^2 - d_1 d_2)}{2bd_2}$	(14)
Sharing external data doesn't affect the optimal quantity sold by the incumbent firm and the incumbent firm's algorithm performance for consumer marketing.	$\frac{\partial q_1^*}{\partial B_s} = 0; \frac{\partial A_1^1}{\partial B_s} = 0$	(18)
The sharing of the incumbent firm's external data with the entry firm will increase the optimal quantity sold by the entry firm.	$\frac{\partial q_2^*}{\partial B_s} > 0$	(19)
If the amount of shareable data from the incumbent firm increase, the optimal profit of the entry firm will increase.	$\frac{\partial \pi_2^*}{\partial B_s} > 0$	(21)
If the optimal quantity sold by the incumbent firm increases, the optimal profit of the entry firm will decline due to the first mover advantage of the incumbent firm.	$\frac{\partial \pi_2^*}{\partial q_1^*} \leq 0$	(22)
Increasing the incumbent firm's algorithm performance for consumer marketing and the amount of external data can increase or decrease the optimal quantity sold by the entry firm and the optimal profit of the entry firm.	Case 1: if $\frac{\partial q_1^*}{\partial A_1^1} > 0$ , then $\frac{\partial \pi_2^*}{\partial A_1^1} < 0; \frac{\partial \pi_2^*}{\partial B_1^1} < 0$ Case 2: if $\frac{\partial q_1^*}{\partial A_1^1} < 0$ , then $\frac{\partial \pi_2^*}{\partial A_1^1} > 0; \frac{\partial \pi_2^*}{\partial B_1^1} > 0$	(23)
Increasing (1) the incumbent firm's algorithms for the cost reduction of the internal business process with and without automation and (2) the incumbent firm's internal data will increase the optimal quantity sold by the incumbent firm.	$\frac{\partial q_1^*}{\partial A_2^1} > 0; \frac{\partial q_1^*}{\partial A_3^1} > 0; \frac{\partial q_1^*}{\partial B_2^1} > 0$	(24)
Increasing (1) the incumbent firm's algorithms for the cost reduction of the internal business process with and without automation and (2) the incumbent firm's internal data unconditionally decrease the optimal of the entry firm.	$\frac{\partial \pi_2^*}{\partial A_2^1} < 0; \frac{\partial \pi_2^*}{\partial A_3^1} < 0; \frac{\partial \pi_2^*}{\partial B_2^1} < 0$	(25)

\* Notes: labels denote equations in chapter 4.

유하여도 기존 독점기업의 최적 생산량과 이윤에 영향을 받지 않았다. 반면에 신규 기업은 기존 독점기업이 외부 환경데이터를 공유할수록 최적 생산량이 늘고 시장 진입 유인이 증가하였다.

신규 기업이 진입하여 기존 독점기업과 복점 시장을 유지할 조건은 기존 독점기업의 총비용이 일정한 상한과 하한 사이에 있어야 한다. 이때 상한과 하한 사이의 구간은 신규 기업의 총비용의 증가함수일 수도 감소함수일 수도 있다.

기존 기업의 고객마케팅을 위한 인공지능 성능향상과 외부 데이터 증가는 신규 기업의 최적 이윤과 생산량에

긍정적 혹은 부정적으로 영향을 미칠 수 있다.

기존 기업의 비용 절감 알고리즘과 비용 절감 자동화 알고리즘의 개선 그리고 내부 빅데이터의 증가는 신규 기업의 최적 이윤과 생산량을 감소시켰다.

국내외적으로 인공지능의 개선이나 활용을 위한 연구는 많이 수행되고 있지만, 상대적으로 인공지능의 예측 못 했던 사회적 영향이나 이를 대비할 제도나 정책에 대한 이론연구는 아직 미비한 상태이다.

하지만 인공지능과 빅데이터의 기술 대두에 따라 공정한 경쟁환경과 합리적인 정책과 제도설계를 위해서는 인공지능과 빅데이터의 시장 영향에 대해 이론적 분석이

선제적으로 이루어질 필요성이 있다.

특히 독점시장을 형성하거나 소수 기업이 독과점을 형성하는 시장에서는 다양한 신규 기업들의 시장 진입을 유인하여 시장의 효율성을 개선하고 사회적 후생을 증진할 필요성이 있다.

본 논문은 독점시장에 신규 기업이 시장진입 시 인공지능 알고리즘 및 빅데이터 경쟁력과 기존 기업의 데이터 공유가 미치는 영향을 분석하였다. 분석 결과 기존 기업의 외부 데이터는 공유해도 기존 기업의 고객마케팅 알고리즘의 성능은 유지되며, 신규 기업의 시장진입을 유인할 수 있었다.

따라서 정부가 인공지능과 빅데이터의 중요성이 큰 독과점 형태의 산업군에 신규 기업을 유인하기 위해서는 기존 독과점 형태의 기업들에 데이터 공유를 제도적으로 유인하거나 제3의 공공기관을 통하여 데이터를 공유하는 방안 등을 검토할 필요성이 있다.

이때 본문의 이론적 프레임과 분석 과정은 인공지능, 빅데이터, 데이터 공유에 따른 시장구조와 기업 간 경쟁에 미치는 영향 등을 분석하거나 합리적인 제도 및 정책 설계 시 기초연구 자료로 활용될 수 있다.

기존 기업의 비용 절감 알고리즘, 비용 절감 자동화 알고리즘, 내부 빅데이터는 신규 기업의 시장 진입의 장벽이 될 수 있다. 따라서 인공지능과 빅데이터의 영향력이 큰 독점 혹은 독과점 시장에서 기업의 시장지배력을 측정 시 이러한 요소들을 고려할 필요가 있다.

따라서 본 문의 이론적 결과를 바탕으로 신규 기업의 시장진입 시 진입장벽을 완화 시킬 수 있게 데이터 공유 제도나 전문가 상담, 파견 등의 직간접적인 지원제도를 설계할 필요성이 있다. 이때 신규 기업의 새로운 지원정책 및 제도설계 시에 본 연구의 이론적 프로임과 게임이론 분석 과정을 기초 이론연구 연구자료로 활용할 수 있다.

본 논문은 생산량을 기준으로 경쟁하는 복점 시장을 가정하고 분석하였다. 하지만 향후 가격경쟁이 더 중요한 경우에는 생산량 대신 가격을 통해 경쟁하는 시장을 분석할 필요성이 있다.

본 논문은 시장에서의 유인보다는 정부의 규제에 따라 기존 독점기업이 데이터를 공유한다고 가정하였다. 공공기관이 운영하는 데이터 공유센터를 구축한다던가 기존 기업이 데이터 공유 시 혜택을 받는 시장형 인센티브 제도 등 좀 더 다양한 데이터 공유 방안과 그 영향을 연구할 필요성이 있다.

알고리즘 측면에서는 인공지능의 유형을 기업 내외부의 역할에 따라 세 가지로 분류하였지만, 인공지능과 빅

데이터가 신제품 개발 및 서비스 부문에도 활용될 수 있다는 점에서 추가적인 연구가 필요하다.

본 논문은 게임이론 측면에서는 완전정보 순차 게임을 고려하였지만, 선도자와 추종자가 차례를 가지며 의사결정을 하는 2단계의 1회 게임이다. 만약 반복게임을 하게 되거나 장기영향을 고려하게 되면 단기 비용 절감보다는 자동화를 통한 장기비용 절감의 영향이 더 클 수 있다. 따라서 반복게임에서의 인공지능과 빅데이터가 기업의 경쟁환경에 미치는 영향을 분석할 필요가 있다.

고객 측면에서는 산업고객과 일반고객을 대상으로 하느냐에 따라 인공지능과 빅데이터의 역할이 다를 것이다. 그리고 산업 측면에서도 산업군이나 판매 제품의 형태에 따라 인공지능과 빅데이터의 역할이 다를 것이다. 예를 들어 Jo (2020)의 국외 보험사업에서의 인공지능 적용 사례연구에 따르면 AI 챗봇을 보험사업에 활용해 서비스 비용을 절감할 수 있다 [30]. 따라서 인공지능과 빅데이터의 영향이 큰 의약, 금융, 제조, 교육 분야 등을 우선으로 국내 실정과 산업 특성을 고려하여 인공지능과 빅데이터에 영향에 대한 이론 연구가 필요하다.

한국은 팬데믹에 의한 경기침체와 고령화 저출산에 의한 인구절벽으로 중장기적으로 생산성 저하가 우려되고 있다. 특히 인공지능과 빅데이터 분야는 혁신을 통해 신기술을 도입한 기업과 도입하지 않은 기업의 격차는 시간이 갈수록 벌어질 수밖에 없다.

한국은 중국의 비용경쟁력과 인공지능 부문의 빠른 성장세로 중국과 경합도가 높은 산업군에서 경쟁이 우려되고 있다. 또한 일본은 국내보다 상대적으로 원천기술 및 하이테크 산업에서 강점을 가지고 있다.

이처럼 한국은 지리적으로 근접한 중국과 일본과 국제 무역 시장을 대상으로 산업경쟁이 치열할 수밖에 없다. 그러므로 한국이 앞서 언급한 경기침체와 생산성 저하의 한계를 극복하고 국제경쟁력을 개선하기 위해서는 제조업 국가로의 강점을 잘 살려 제조업 부문의 인공지능 확대를 위한 연구와 지원이 필요하다. 특히 인공지능과 빅데이터 분야는 컴퓨터 공학, 수학, 통계, 경제, 경영, 의료 등 융복합 연구가 필수이다.

따라서 국내 인공지능 기업들의 국내외 산업경쟁력 강화하고 국가경쟁력 제고를 위해서는 합리적인 지원 방안과 제도설계에 관한 연구가 필요하다.

이외에도 최근 인공지능 학계에 화두가 되고 있으나 개별 기업들이 신경 쓰기 힘든 데이터 프라이버시나 인공지능의 편견 문제에 대해서도 디지털 융복합 연구가 필요하다.

마지막으로 신기술의 수용성에 있어서 국민들의 필요와 우려를 파악하여 국민들의 선호도와 수용성을 반영한 인공지능 확대방안과 교육이 필요하다.

물론 이미 인공지능 교육과 국민의 수용성 확대를 위한 다양한 디지털융합 연구가 이루어지고 있다. Lee et al. (2020)은 AI 교육에 대한 국내 대중들의 요구를 트위터와 뉴스 기사에서 토픽모델링을 통하여 파악하였다 [31]. Han, Kim & Kwon (2020)의 실증분석 결과에 따르면 국내 초등교사들은 AI가 수업의 보조적 역할과 문제 중심 학습에 적합하다고 인식하고 있다 [32]. Hwang & Nam (2020)은 (1) 인공지능에 대한 지식수준이 높고 (2) 인공지능에 대해 긍정적이며 (3) 규제에 대한 정부 신뢰가 높을수록 인공지능에 대한 수용 의도가 높다고 분석하였다 [33]. Ko & Leem (2021)은 인공지능에 대한 윤리적 인식이 인공지능 이용 의도에 미치는 영향을 실증분석하였다 [34]. Noh (2020)은 인공지능을 키워드로 하는 국내 기사들에서 토픽모델링을 통하여 주요 주제들의 유형을 파악하였다 [35].

이처럼 앞으로도 인공지능에 대한 대중의 인식과 선호도, 그리고 수용성을 고려하여 효과적인 인공지능 교육과 인공지능 보급확대를 위한 합리적인 정책 방안에 대한 연구도 필요하다.

## REFERENCES

- [1] D. Zhang, S et al. (2021). *The AI Index 2021 Annual Report*. Stanford : Stanford University.
- [2] McKinsey & Company. (2020). *Global Survey: The State of AI in 2020*. New York : McKinsey
- [3] M. S. Chung, S. H. Jeong & J. Y. Lee. (2018). Analysis of Major Research Trends in Artificial Intelligence Based on Domestic/international Patent Data. *Journal of Digital Convergence*, 16(6), 187-195. DOI : 10.14400/JDC.2018.16.6.187
- [4] M. S. Chung, H. H. Jeong, U. Chae, G. H. Lee & J. Y. Lee. (2017). A Study On Technical Trend Analysis Related to Semantic Analysis of NLP Through Domestic/Foreign Patent Data. *Journal of Digital Convergence*, 18(1), 137-146. DOI : 10.14400/JDC.2020.18.1.137
- [5] M. S. Chung, S. H. Park, B. H. Chae & J. Y. Lee. (2017). Analysis of Major Research Trends in Artificial Intelligence through Analysis of Thesis Data. *Journal of Digital Convergence*, 15(5), 225-233. DOI : 10.14400/JDC.2017.15.5.225
- [6] H. Varian. (2018). Artificial Intelligence, Economics, and Industrial Organization. *National Bureau of Economic Research Working Papers* 24839.
- [7] P. Bajari, D. Nekipelov, S. P. Ryan & M. Yang. (2015). Demand Estimation with Machine Learning and Model Combination. *American Economic Review*, 105 (5), 481-85.
- [8] J. Kleinberg, J. Ludwig, S. Mullainathan & Z. Obermeyer. (2015). Prediction Policy Problems. *American Economic Review* 105 (5), 491-95.
- [9] M. Farboodi, R. Mihet, T. Philippon & L. Veldkamp. (2019). Big Data and Firm Dynamics. *National Bureau of Economic Research Working Papers* 25515.
- [10] M. I. Jordan & T. M. Mitchell. (2015). Machine Learning: Trends, Perspectives, and Prospects. *Science* 349(6245) 255-260.
- [11] I. M. Cockburn, R. Henderson & S. Stern. (2018). The Impact of Artificial Intelligence on Innovation. *National Bureau of Economic Research Working Papers* 24449.
- [12] S. K. Chung. (2012). A Study on the Possibility of Self-Correction in the Market for Protecting Internet Privacy. *Journal of Digital Convergence*, 10(9), 27-37. UCI : G704-002010.2012.10.9.015
- [13] D. R. Shin. (2010). The Effect of the Application of an Agreement based on Game Theory about Corporal Punishment to Students' School Life Satisfaction. *Journal of Digital Convergence*, 8(3), 1-17. UCI : G704-002010.2010.8.3.001
- [14] S. H. Hong (2020). A Research on stock price prediction based on Deep Learning and Economic Indicators. *Journal of Digital Convergence*, 18(11), 267-272. DOI : 10.14400/JDC.2020.18.11.267
- [15] B. K. Choi, S. W. Ham, C. H. Kim, J. S. Seo, M. H. Park & S. H. Kang (2020). Development of Predictive Model for Length of Stay(LOS) in Acute Stroke Patients Using Artificial Intelligence. *Journal of Digital Convergence*, 16(1), 231-242. DOI : 10.14400/JDC.2018.16.1.231
- [16] S. J. Choi. (2020). Beta-wave Correlation Analysis Model based on Unsupervised Machine Learning. *Journal of Digital Convergence*, 17(3), 221-226. DOI : 10.14400/JDC.2019.17.3.221
- [17] G. Urban, A. Timoshenko, P. Dhillon & J. R. Hauser. (2020), Is Deep Learning a Game Changer for Marketing Analytics?, *MIT Sloan Management Review*, 61(2), 70-6.
- [18] I. C. Reimers & J. Waldfogel. (2020). Digitization and Pre-Purchase Information: The Causal and Welfare Impacts of Reviews and Crowd Ratings. *National Bureau of Economic Research Working Papers* 26776.
- [19] X. Liu, D. Lee & K. Srinivasan. (2019), Large-Scale Cross-Category Analysis of Consumer Review Content on Sales Conversion Leveraging Deep Learning, *Journal of Marketing Research*, 46(6), 918-43.



- [20] A. Timoshenko & J. R. Hauser (2019), Identifying Customer Needs from User-Generated Content, *Marketing Science*, 38 (1), 1-20.
- [21] M. Wan et al. (2017). Modeling Consumer Preferences and Price Sensitivities from Large-scale Grocery Shopping Transaction Logs. *In Proceedings of the 26th International Conference on World Wide Web.* 1103-1112.
- [22] S. Ahtey, D. Blei, R. Donnelly, F. Ruiz & T. Schmidt. (2018). Estimating Heterogeneous Consumer Preferences for Restaurants and Travel Time Using Mobile Location Data. *In AEA Papers and Proceedings*, 108, 64-67.
- [23] F. J. Ruiz, S. Athey & D. M. Blei. (2017) Shopper: A Probabilistic Model of Consumer Choice with Substitutes and Complements. *arXiv preprint arXiv :1711.03560*
- [24] J. L. Loyer, E. Henriques, M. Fontul & S. Wiseall. (2016). Comparison of Machine Learning Methods Applied to the Estimation of Manufacturing Cost of Jet Engine Components. *International Journal of Production Economics* 178, 109-119.
- [25] M. K. Shin. (2018.8.17.). At Logistic and Manufacturing Site. 'Well-made AI, I Do Not Envy Ten Workers'. *Dong-A Ilbo*. <https://www.donga.com/news/Economy/article/all/20180816/91547679/1>
- [26] D. Acemoglu, & P. Restrepo. (2018). Artificial Intelligence, Automation and Work. *National Bureau of Economic Research Working Papers* 24196.
- [27] N. Wingfield (2017. 9. 10). As Amazon Pushes Forward with Robots, Workers Find New Roles. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2017/09/10/technology/amazon-robots-workers.html>
- [28] R. Evans & J. Gao. (2016). Deepmind AI Reduces Google Data Centre Cooling Bill by 40%. *DeepMind blog* 20. <https://deepmind.com/blog/article/deepmind-ai-reduces-google-data-centre-cooling-bill-40>
- [29] H. S. Lee et al. (2020.7.28.) LG, Automating Production in Secondary Partners Using AI and Big-Data. *Maeil Business Newspaper*. <https://www.mk.co.kr/news/special-edition/view/2020/07/768385/>
- [30] J. W. Jo (2020). Case Studies for Insurance Service Marketing Using Artificial Intelligence(AI) in the InsurTech Industry. *Journal of Digital Convergence*, 18(10), 175-180. DOI : 10.14400/JDC.2020.18.10.175
- [31] S. S. Lee, L. H. Yoo & J. H. KIM. (2020). An Analysis of Public Perception on Artificial Intelligence (AI) Education Using Big Data: Based on News Articles and Twitter. *Journal of Digital Convergence*, 18(6), 9-16. DOI : 10.14400/JDC.2020.18.6.009
- [32] H. J. Han, K. J. Kim & H. S. Kwon. (2020). The Analysis of Elementary School Teachers' Perception of Using Artificial Intelligence in Education. *Journal of Digital Convergence*, 18(7), 47-56. DOI : 10.14400/JDC.2020.18.7.047
- [33] S. Hwang & Y. J. Nam. (2020). The Role of Confidence in Government in Acceptance Intention towards Artificial Intelligence. *Journal of Digital Convergence*, 18(8), 217-224. DOI : 10.14400/JDC.2020.18.8.217
- [34] Y. H. Ko & C. S. Leem. (2021). The Influence of AI Technology Acceptance and Ethical Awareness towards Intention to Use. *Journal of Digital Convergence*, 19(3), 217-225. DOI : 10.14400/JDC.2021.19.3.217
- [35] S. H. Noh (2020). Analysis of Issues Related to Artificial Intelligence Based on Topic Modeling. *Journal of Digital Convergence*, 18(5), 75-87. DOI : 10.14400/JDC.2020.18.5.075

정 직 한(Jikhan Jeong)

[정회원]



- 2010년 2월 : 성균관대 화학공학과(공학학사)
- 2013년 2월 : 카이스트 경영학과(공학석사)
- 2012년 12월 ~ 현재 : 한국전력경영연구원 선임연구원
- 2017년 8월 ~ 현재 : 워싱턴 주립대학교 경제학 박사과정

- 관심분야 : 인공지능, 빅데이터, 계량경제학, 마케팅
- E-Mail : jikhan.jeong@wsu.edu