

# 디지털 신산업 혁신생태계 연구

Study on Digital Industry and Innovation System

김준연 / 강송희 / 박강민 / 이준민 / 황원식

2020. 01.

이 보고서는 2019년도 과학기술정보통신부 정보통신·방송연구 개발사업의 연구결과로서 보고서 내용은 연구자의 견해이며, 과학 기술정보통신부의 공식입장과 다를 수 있습니다.

연구기관 : 소프트웨어정책연구소

과제책임자 : 김준연 책임연구원

참여연구원 : 강송희 선임연구원

박강민 선임연구원

이준민 연수연구원 (서울대학교)

황원식 부연구위원 (산업연구원)

# 목 차

제1장 서론 .....	1
제1절 연구 배경 .....	1
제2절 연구의 구성 .....	2
제2장 디지털 전환의 수준 측정 .....	4
제1절 자본투입과 경제성장 .....	4
제2절 연구의 방법론 .....	7
제3절 분석의 데이터와 결과 .....	14
제3장 디지털 전환과 역기능 : 산업별 갈등 지수 .....	22
제1절 디지털 혁신과 전환 갈등 기존 연구 .....	22
제2절 뉴스 데이터를 기반으로 한 산업별 갈등 지수 분석 .....	24
제3절 신규 사업자의 유형별 사례 분석 : 스마트 모빌리티(O2O) .....	33
제4절 갈등 관리를 위한 거버넌스 전략 수립과 시사점 .....	41
제4장 디지털 전환과 정부의 역할 : 정책 시뮬레이션 .....	43
제1절 사회기술시스템 전환론과 시뮬레이션 방법론의 접목 .....	43
제2절 사회기술시스템 기반의 정책효과 예측 .....	53
제5장 결론 .....	62
참 고 문 헌 .....	73

## 표 목차

<표 2-1> DEA와 SFA 분석 방법 비교 .....	8
<표 2-2> 국내 산업의 Metafrontier Malmquist 지수의 요소별 평균 증가율 .....	19
<표 2-3> 기술효율성 결정요인 분석 .....	21
<표 3-1> 산업분야별 뉴스 수집 키워드 및 유효 본문수 .....	25
<표 3-2> 월별 갈등 강도 지수 구분 키워드 .....	26
<표 3-3> 산업별 10대 연관어 분석 .....	27
<표 3-4> 중앙 정부 수준 갈등 관련 총 일별 정책 보도 수 .....	28
<표 3-5> 집권 정부와 정책 보도 식별을 위한 중앙 정부 구성 키워드 .....	28
<표 3-6> 노동집약도(총종업원수(명)/생산액(백만원)) .....	29
<표 3-7> 산업별 신규 창업 기업 지표 .....	29
<표 3-8> 산업별 대표 디지털 전환 갈등 사례 .....	30
<표 3-9> 계층적 클러스터링 알고리즘의 일반적인 흐름 .....	32
<표 3-10> 갈등 요인 기준 산업별 갈등 유형 클러스터링 결과 .....	33
<표 3-11> 갈등 유형 클러스터 별 소비자 가격 지수의 변화 추이 .....	34
<표 3-12> 갈등 빈도 데이터에 대한 다항식 다중 수준 성장 모형 결과 .....	35
<표 3-13> 정책발표 빈도 데이터에 대한 다항식 다중 수준 성장 모형 결과 .....	36
<표 3-14> 소비자 가격 지수 데이터에 대한 다항식 다중 수준 성장 모형 결과 .....	37
<표 4-1> 시스템 사고의 구성 .....	45
<표 4-2> 중국의 공유모빌리티 분석 .....	60
<표 4-3> Practices Space 위의 X축, Y축 정의 .....	61
<표 5-1> 체제전이의 구분 및 내용 .....	67

<표 5-2> 분야별 디지털 전환의 특성 .....	69
<표 5-3> 디지털 전환의 저해요인과 유형 .....	70

## 그림 목차

[그림 2-1] SW자본과 HW자본의 변화 추이 .....	5
[그림 2-2] SW자본의 경제성장 기여도 변화 추이 .....	6
[그림 2-3] DEA와 SFA의 효율성 경계 비교 .....	8
[그림 2-4] CRS 방식 .....	8
[그림 2-5] VRS 방식 .....	8
[그림 2-6] CRS와 VRS 효율성 관계 .....	8
[그림 2-7] Metafrontier Malmquist 지수의 개념 .....	14
[그림 2-8] 정보통신업의 시점별 효율성 비교 .....	16
[그림 2-9] 정보통신업의 통시적 효율성 비교 .....	16
[그림 3-1] 통합적 갈등 지수 및 사례 분석의 틀 .....	23
[그림 3-2] 산업별 갈등 빈도수 .....	27
[그림 3-3] 산업별 소비자 가격 지수 변화 추이 .....	29
[그림 3-4] 산업별 월별 최대 갈등강도지수의 평균 .....	31
[그림 3-5] 원격 의료 갈등 강도 변화 추이(2013.12월~2019.6월) .....	31
[그림 3-6] 택시-A사 갈등 강도 변화 추이(2018.10월~2019.6월) .....	31
[그림 3-7] K-means 클러스터링 시 군집간 오차제곱합/총 오차제곱합 값 .....	33
[그림 3-8] B사 플랫폼 승객 호출 화면 .....	39
[그림 3-9] 갈등 관리 사회 경제 시스템 .....	41
[그림 3-10] 집단 지성의 숙의 과정을 통한 소통 체계의 개선 .....	42
[그림 4-1] 모델링 방법론과 추상화 수준 .....	44
[그림 5-2] 시스템 다이내믹스의 피드백 효과 .....	45

[그림 4-3] 역류적 추론 관점에서 바라 본 피드백 구조 .....	46
[그림 4-4] 체제 안정화를 위한 강화와 교란 패턴의 상호작용 .....	47
[그림 4-5] 기능성 식품의 등장이 가져온 전이에 대한 인과관계지도 .....	48
[그림 4-6] 플랫폼 생태계에 대한 인과관계지도 .....	49
[그림 4-7] Two-dimensional practices space 위의 행위자들 .....	51
[그림 4-8] 행위자간의 상호작용의 메커니즘 .....	52
[그림 4-9] 공유모빌리티와 규제 간의 피드백 구조 .....	54
[그림 4-10] 사회기술시스템 바탕의 모빌리티 시장 인과순환지도 .....	55
[그림 4-11] 강화루프 1: 서비스 질 향상 .....	56
[그림 4-12] 강화루프 2: 데이터 네트워크 효과 .....	56
[그림 4-13] 균형루프 1: 규제순응비용 효과 .....	56
[그림 4-14] 저량-유량 흐름도: 확장된 Bass 모델 .....	57
[그림 4-15] 저량-유량 흐름도: 자원 확보 및 배분 .....	57
[그림 4-16] 저량-유량 흐름도: 사회효용 .....	59
[그림 4-17] 저량-유량 흐름도: 정부개입 .....	59
[그림 5-1] 다층적 접근론에서 혁신의 발전 .....	66

# Table of Contents

Chapter 1. Introduction .....	1
Chapter 2. Measuring the Level of Digital Transformation .....	4
Section 1. Capital Input and Economic Growth .....	4
Section 2. Research Methods .....	7
Section 3. Results and Discussions .....	14
Chapter 3. Adverse Impact of Digital Transformation .....	22
Section 1. Literatures on Digital Innovation and Conflicts .....	22
Section 2. Analysis of Conflict Index Based on News Data .....	24
Section 3. Case Study : Smart Mobility(O2O) .....	33
Section 4. Implications: Governance for Conflict Management .....	41
Chapter 4. Digital Transformation and The Government : Policy Simulation .....	43
Section 1. Socio-technical Systems and Simulation .....	43
Section 2. Policy Impact Analysis and Socio-technical Systems .....	53
Chapter 5. Results .....	62
References .....	73

# 요 약 문

## 1. 연구의 배경과 구성

### □ 연구의 배경

- 전산화(Digitization)에서 정보화(Digitalization)를 거쳐 최근에는 산업구조와 사회, 개인역량까지도 변화시키는 디지털 전환(Digital Transformation)이 심화
  - 그간 전산화, 정보화는 산업의 구조를 변화시켰지만, 디지털 전환으로 사회 전반이 변화를 겪으면서 그간의 투입과 산출, 선택과 집중의 패러다임으로는 사회 변혁에 효과적으로 대응할 수 없음
  - 그간 국가 과학기술 거버넌스도 기술, 산업 혁신 시스템(innovation system)에서 다층적 접근론(multi-level perspective) 관점에서 논의되기 시작함
- 디지털 혁신으로 인한 사회 체제의 전환이 기술과 사회 간의 공진화 과정을 통한 결과물이라고 보고, 이러한 관점에서 디지털 기술에 의한 사회체제 전환 유형과 저해요인, 사회적 합의형성의 조건과 전환의 수준을 측정
  - 특히 1차년도 연구에서 사례를 통한 유형과 정책적 시사점을 도출했다면 2차년도 연구에서는 구체적 정책 수립에 기반이 되는 측정 모델을 개발하고자 함

### □ 연구의 구성

- (1차 년도) 이론적 모델과 산업별 디지털 전환의 유형 도출
  - 디지털 전환에 대한 사회체제전환의 이론 검토와 다양한 개념을 정의
  - 사회체제의 디지털 전환을 분석하는 프레임워크 도출
  - 분야별 디지털 전환의 특성, 전환의 저해요인 및 유형 분석
  - 분야별 디지털 전환을 종합하여 정책적 시사점 도출
- (2차 년도) 시뮬레이션, 측정, 모델 제시
  - 디지털 전환에 대한 사회 여론형성 시뮬레이션과 사회적 수용의 조건제시
  - SW투입에 따른 산업별 생산성의 기여도 측정으로 디지털 전환의 수준 비교
  - 효과적 디지털 전환을 위한 정책적 전위 전략(Shift Strategy) 제시

## 2. 1차년도 연구의 요약

- 혁신 시스템은 혁신을 만들어내는 시스템이 어떻게 동작하는지에 관한 논의로 혁신 주체와 네트워크, 제도, 지식의 관점에서 분석하고 있으며, 크게 기술, 산업, 국가 단위의 혁신 시스템으로 분류할 수 있음
- 한편 다층적 접근론은 틈새 혁신, 사회-기술레짐, 거시적 환경으로 구성되며, 이들 구성요소 간의 비선형적인 상호작용으로 인해 사회-기술체제의 전환을 설명
  - 이러한 관점은 신기술을 둘러싼 다양한 주체 이외에 고령화, 환경문제와 같은 거시 환경과 사회문화적 환경 등 다양한 관점에서 분석
- 다층적 접근론은 기존의 체제(regime)가 다른 체제로 변화하는 과정을 대체(substitution), 변환(transformation), 재구성(reconfiguration), 이탈 및 재정렬(de-&re-alignment)로 구분함
  - 각각의 체제 전환의 유형별로 혁신 주체와 기술의 특성이 다르며, 이에 따라 혁신의 저해요인을 도출할 수 있음
- 1차년도 연구에서는 디지털 헬스케어, 디지털 혁신제약, 디지털 물류, 푸드테크, 프롭테크, 스마트 모빌리티, 스마트 디바이스, IoT가전을 대상으로 분석
- 분석 결과, 재구성과 대체의 전이유형에서 사회적 이해집단간의 합의 미형성, 인센티브 부족 등 사회적 이슈가 디지털 전환을 가로막는 저해요인으로 나타났으며, 변환과 이탈 및 재정렬의 경우, 주로 기술적 요인이 저해요인으로 분석

**<체제전이의 유형 구분 및 개념>**

구분	체제전의 유형
<b>대체 (substitution)</b>	혁신의 주체가 신규 기업이며, 과감하고 파괴적 혁신의 특성을 보인다. 니치의 초기에는 경쟁관계를 형성하고, 기존 체제는 성숙하고 발달한 니치에 의해 대체됨
<b>변환 (transformation)</b>	혁신의 주체가 기존 기업이며, 점진적인 혁신의 특성을 보인다. 기존 기업에 의한 탐색적 혁신활동이 예상되며, 구기술의 점진적 개선이나 공생적 니치혁신이 진행되고, 신기술로의 방향전환은 (1) 기존기업이 신기술과 구기술 모두 개발하는 부분적 방향전환, (2) 기술적 대체로의 완전한 방향전환을 보인다.
<b>재구성 (reconfiguration)</b>	기존 기업과 니치간에 공생적 혁신, 새로운 연합관계가 형성된다. 혁신의 절차는 초기 부가기술→신-구기술의 새로운 조합→체제 구조의 변화를 만들어내는 혁신 연쇄효과가 예상된다.
<b>이탈 및 재정렬 (de- &amp; re-Alignment)</b>	큰 변화가 갑자기, 다양하게 찾아오면 기존의 레짐에 참여하는 행위자들은 신뢰를 상실하고 기존 레짐으로부터 이탈하게 된다. 이때 만약, 충분히 발달한 니치가 없다면 복수의 니치들이 경합하게 될 것이고 새로운 지배적 설계가 선택되면 새로운 레짐을 형성할 가능성이 높음.

\* 출처 : Geels(2016)을 참고로 필자가 재구성

### 3. 디지털 전환의 수준 측정

#### □ SW 투입과 경제성장

- 투입되는 자원과 그 생산성에 대한 연구는 노동과 자본에서 최근에는 ICT 자본으로 확장되어왔으며, 다양한 연구에서 ICT자본이 전체 생산성 향상에 상당부분 기여하는 것으로 나타남
  - 지난 연구에서 성장회계를 통해 소프트웨어 자본이 우리 경제 성장과 생산성 향상에 기여한 정도를 분석했으며, 비록 투입자본의 비중은 미비하나 산업경쟁력 제고에 유의미한 영향을 끼치는 자본요소라는 것을 밝힘
- 하지만 그 정도가 국가 간, 산업 간의 효율성 차이를 설명하기에는 어려우며, 본 연구에서는 SW자본의 산업별 기여도와 국제 비교를 통해 디지털 전환의 수준을 가늠해 보고자 함

#### □ 연구방법 및 데이터

- 효율성 비교에 사용되는 방식 중 개별 비교대상 간 효율성을 비교하는 비모수적 방법인 DEA를 활용하였으며, 개별 비교 대상의 시간에 따른 비교를 위해 Malmquist 생산성 지수를 활용함
- 또한 이들 생산성 기여도의 결정요인 분석을 위해 토빗(tobit) 추정 방식의 회귀분석을 활용함
- 데이터는 미국 및 유럽은 EU KLEMS, 한국과 일본은 Asia KLEMS를 활용하여 국가간 산업분류 재구분, 화폐변환 등을 실시함

#### □ 연구결과

- 동일 시점, 통시적 시점에서 DEA분석으로는 우리나라의 효율성이 다른 국가에 비해 상당히 높은 것으로 나타나나,
- 시점별 생산성의 변화를 분석한 Mamquist 분석에서는 주력산업인 제조업에서는 향상되나 서비스업, 경공업, 농림수산업에서는 하락하고 있는 것을 확인함
- 생산성 기여도의 경우 SW자본재가 글로벌 기술반경과의 격차를 좁히는데 긍정적인 요인으로 작용하며, 규모수익가변 효율성의 향상에도 긍정적 영향을 보임

#### 4. 디지털 전환과 역기능 : 산업별 갈등 지수와 유형별 대응

##### □ 산업별 디지털 전환 갈등 현상과 분석의 틀

- 신규 혁신 주체와 전통적 시장 참여자 간 갈등은 의료, 금융, 운송, 유통, 농수축산업 등 규제 산업이나 정부가 보조·보호하는 산업에서 발생하며, 이들 산업에서는 공통적으로 신·구 주체간 디지털 역량과 규제의 비대칭성이 발견됨
- 이러한 기술력과 규제의 비대칭성 속에서 산업별 갈등 양상이 변화해가는 과정을 관찰한 바, 정부 정책은 갈등환경과 갈등 구조를 직·간접적으로 변경하여 인센티브 구조를 변화시키며, 이는 갈등 상황에 영향을 줌

##### □ 갈등 지수 분석과 유형별 대응 전략

- (갈등 지수 분석) 디지털 전환과 관련된 기사를 수집하고, 산업별 갈등 사건 빈도, 정책 발표 빈도, 갈등 강도 변화 추이와 경제지표의 변화 추이를 분석
  - 디지털 전환 갈등은 2013년 말부터 본격적으로 증가하였으며, 갈등 강도 변화의 양상은 선형적으로 증폭되었다가 해소되는 형태가 아니라 비선형적임
  - 다각도의 최대우도 기반 다항식 멀티레벨 모형을 토대로 분석한 결과, 디지털 전환이 더디고 갈등 발생 빈도가 높으면 정책 발표 빈도도 높고, 소비자 가격 지수도 높으며, 디지털 전환이 빠른 경우 정책 발표가 잦으면 오히려 갈등 발생 빈도도 높음
- (유형별 대응) 디지털 전환 갈등을 이해관계자, 산업별 특성에 맞게 관리하고, 산업별로 모든 사업자가 공정 경쟁할 수 있도록 최소한의 포용적 규제들을 마련
- 정부, 기업, 사회가 상호작용하는 데 있어 균형의 원칙을 강조하고 사회적 비용을 최소화함으로써 지속 가능할 수 있도록 안정적인 갈등 관리제도 마련 필요
  - 다양한 산업이 서로 융합되고 경계가 희미해지는 디지털 전환 시대에는 범부처 협업을 통한 개선이 필요한 경우가 대부분이며, 규제 개혁은 여러 부처와 법령을 동시에 종합적으로 정비하는 방식의 새로운 접근이 요구됨

## 5. 디지털 전환과 정부의 역할 : 정책 시뮬레이션

### □ 시뮬레이션 및 모델링 방법론

- 사회기술시스템의 전환에 대한 이해를 넓히고 신뢰도를 향상시키기 위해 시뮬레이션 기법이 다양하게 활용되고 있음
- 특히 사회기술전환 연구에서 시뮬레이션 및 모델링 방법론은 관찰되지 않은 미래 상황을 추론하기 위해 현존하는 지식과 정보에 근거한 비선형적 상호작용을 설명하기 적합함
- 시뮬레이션 방법론은 추상화 정도에 따라서 시스템 다이내믹스, 이산사건모델링, 행위자기반 모델링 등이 있음

### □ 시스템 다이내믹스 방법론

- 시스템 다이내믹스란 시스템의 동적인 특성과 형태를 연구하는 접근법으로, 시스템적 사고를 통해 강화루프, 균형루프, 안정화 루프 등으로 구성됨
- 사회기술시스템의 레짐과의 상호작용을 통해 변화하며, 이 지속적 변화는 동적 균형(dynamic stable)을 형성함
- 지형(landscape) 니치(niche), 레짐(regime)을 시스템 다이내믹스의 구성요소로 대응시켜 인과지도를 수립하고, 유량흐름도를 구성한다면 전환과정의 예측이 가능

### □ 행위자기반모형

- 행위자기반모형은 비선형적이고 불연속적으로 상호작용하는 행위자간의 상호작용을 모델링함으로써 시스템 차원의 창발적 특성을 연구하는데 유리
- 행위자기반모형은 사회기술시스템의 다층적 구조인 지형, 니치, 레짐을 모두 한 모델에서 살펴볼 수 있으며, 이 때문에 다양한 연구가 행위자기반모형을 사회기술시스템에 적용하고 있음

### □ 사회기술시스템 기반의 정책효과 예측

- 본 연구에서는 공유 모빌리티 시장의 대상으로 시스템 다이내믹스와 행위자기반

## 모형의 적용가능성을 확인

- 사회기술시스템의 다층구조론에 모빌리티 시장의 갈등구조를 적용할 수 있으며, 니치, 레짐, 지형에 대응할 수 있음
  - 시스템 다이내믹스의 인과순환지도를 수립하고, 재무자원, R&D투자, 규제비용으로 이뤄진 피드백 루프를 구할 수 있음
- 행위자기반모형으로 사회기술시스템의 전환과정을 분석하기 위해서는 전환의 시나리오를 먼저 수립할 필요가 있으며, 본 연구에서는 중국의 공유 모빌리티 시장을 대상으로 적용 가능성을 확인

# Summary

## 1. Research Backgrounds and Purpose

Recently, Digital Transformation, which changes the industrial structure, society, and even individual capacity, has been accelerated. Computerization and informatization have changed the structure of the industry. However, this view is to increase inputs to increase outputs, and to select and concentrate on the inputs. In the age of digital transformation, input-output paradigms are difficult to respond effectively to social transformation.

This study examines the process of co-evolution between technology and society as the transition of the social system because of the digital transformation away from the input-output paradigm. In particular, in the first year of study, we derived the types and policy implications through industry cases. In the second year, we will develop a measurement model that is the basis for establishing a digital transformation policy.

## 2. Measuring the Level of Digital Transformation

It has recently extended input resources from labor and capital to ICT capital. In the last year, we analyzed the software capital contributed to our economic growth and productivity using growth accounting. Although the proportion of SW input as a capital is insignificant, it revealed that this factor that has a significant effect on enhancing industrial competitiveness. However, it is difficult to explain the difference in efficiency between countries and industries. This study assesses the level of digital transformation through the contribution of SW capital by industry and international comparison.

DEA (Data Envelopment Analysis), a non-parametric method of comparing the efficiency of individual comparables, is used. Malmquist productivity index is used to compare comparisons over time. We analyze the determinants of these productivity contributions by Tobit regression method.

DEA analysis shows that Korea's efficiency is significantly higher than that of other countries. The Malmquist analysis, which analyzes the change in productivity over time, confirmed that it improved in manufacturing but declined in services, light industry, and agriculture, forestry and fisheries. In the case of productivity contribution, SW capital is a positive factor in narrowing the gap with the global technology radius, and also has

a positive effect on the improvement of efficiency of variable scale variable.

## **2. Adverse Impact of Digital Transformation**

Conflicts between innovators and traditional market participants occur in government-regulated industries or in government-assisted industries. In these industries, asymmetry in digital capability and regulation is commonly found.

We gathered news articles related to digital transformation conflicts to analyze the relationship between conflicts and government interventions. As a result, conflicts has increased since the end of 2013, and the change in conflict intensity was nonlinear rather than amplified and resolved linearly. We found a close relationship between the frequency of conflict, policy presentation, and consumer price index.

The implications of this study are as follows. First, digital transformation conflicts should be managed according to the characteristics of stakeholders and industries. Second, there should be a minimum inclusive regulatory framework for all businesses to compete fairly in each industry. There is a need for a stable conflict management system that can be sustained by emphasizing the principle of balance and minimizing social costs in government, business and society interactions.

## **3. Digital Transformation and The Government : Policy Simulation**

Various simulation models are used to broaden understanding of socio-technical system of digital transformation. Simulation models includes system dynamics, discrete event modeling, and agent-based modeling according to the degree of abstraction.

System dynamics are an approach to studying the dynamics of a system. Predicting the transformation process is possible by establishing a causal map and constructing the flowchart by mapping the landscape niche and the regime of the socio-technical system with the components of the system dynamics.

The agent-based model is helpful for studying emergent characteristics at the system level by modeling the interactions between nonlinear and discontinuously interacting actors. The agent-based model can look at the topography, niche, and regime of the multi-layered structure of social technology system in one model.

This study confirms the applicability of system dynamics and agent-based models in the shared mobility market. The conflict structure of the mobility market can be applied to the multi-level perspective theory of socio-technical system and can cope with niches, regimes, and topography.

# 제1장 서론

## 제1절 연구 배경

지금은 4차 산업혁명에 의해 산업은 물론 사회영역에서도 SW에 의한 문제해결의 새로운 방식이 등장하거나 기존의 선형적 가치체계가 새롭게 재구성되고 있는 이른바 디지털 대전환의 시대이다. 그간 디지털 혁명에 대응하기 위해 우리 사회가 해법으로 제시한 것이 규제 제거론이었으며 주로 의지한 논리는 기술결정론과 사회결정론이었다. 그러나 기업의 혁신을 가로막는 규제 몇 개만 없으면 만사형통일 듯이 이야기하는 규제 제거론은 기업의 혁신을 저해하는 요인을 없애준다는 측면에서는 긍정적일 수 있으나 기업 이외의 다양한 혁신 참여주체 간의 이해관계 충돌을 다루지는 않는다. 실제로 카풀에 대한 택시단체의 반대와 농민단체의 스마트혁신벨리 반대, 의료단체의 원격진료 반대 등은 규제라기보다 참여자간의 인센티브 배분을 둘러싼 사회적 합의와 갈등의 결과와 관계가 깊다. 또한 규제 제거론을 지탱하고 있는 두 가지 논리, 즉 기술의 자체 발전과 그 영향에 의해 사회가 변화한다는 기술결정론이나 사회의 체제적 논리에 따라 기술발전이 결정된다는 사회결정론적 관점은 모두 디지털 혁신에 의한 인센티브의 사회적 배분, 역기능 및 상대적 소외, 사회적 합의와 수용의 폭 등을 비중 있게 다루지 못했다.

이 연구는 “SW자본에 의한 디지털 전환의 과정”을 기술과 사회가 공진화한다는 관점과 방법론으로 탐구하고자 2개년 과제로 기획되었다.

1차 연구에서는 디지털 전환을 다루는 이론적 틀로서 다층적 접근법(multi-level perspective)을 소개하고, 헬스케어, 프롭테크, IoT, AI가전 등 9개 신산업의 사례를 다루었다. 분석의 결과, 디지털 전환의 유형을 대체, 전환, 재구성 그리고 이탈과 재정렬의 네 가지로 구분할 수 있었으며, 이해관계자간의 합의 형성 및 인센티브 메커니즘의 부재와 같은 경제 사회적 요인이 대체와 재구성의 유형에서 디지털 혁신을 가로막는 장애요인으로 파악되었고, 변환과 이탈의 유형에서는 혁신주도기업의 기술적 역량과 인프라 등 주로 기술적 요인이 저해요인으로 파악되었다.

1차 연구의 시사점으로 첫째, 산업별로 기술의 상관성, 니치의 성숙도, 혁신을 주도하는 주체의 역량 등에 따라 전이(transition)의 유형이 결정되는데, 정부는 이러한 전이 유형에 맞춰 정책적 개입의 유형을 선택해야 한다는 것이다. 둘째, 디지털 전환시

대에 새로운 산업의 육성전략으로 전환의 경로관리(transition pathway management)가 중요하다는 것이다. 예를 들어 과거 영국이 기존 에너지기업에 의한 체제전환의 경로를 따랐으나, 혁신이 더디게 진행되자 새로운 니치를 등장시키는 방식으로 개입하면서 성공적인 에너지체제의 전환을 달성했듯이 대체에서 전환으로, 혹은 전환에서 재구성이나 재구성에서 이탈 등으로 유형 간에 비선형적인 전위가 정체되어 있는 우리 사회의 전환을 추동하는 계기가 될 수 있다는 것이다.

1차 연구의 결과를 바탕으로 기획된 2차 연구에서는 디지털 전환의 수준 측정과 디지털 전환을 저해하는 역기능(사회적 갈등)을 비중 있게 분석하였으며, 후속 연구를 위해서 디지털 전환의 계량적 시뮬레이션을 새롭게 도전해 보는 것을 목표로 삼아 보았다.

## 제2절 연구의 구성

이 보고서는 디지털 전환의 수준 측정, 디지털 전환의 역기능(사회적 갈등) 그리고 디지털 전환의 시뮬레이션으로 구성되어 있다.

### (1) 디지털 전환의 수준 측정

이 부분은 기본적으로 디지털 전환의 과정은 SW자본의 투입과 그로 인한 해당 산업과 사회의 생산성(효율성) 증가의 과정으로 이해하고, 이를 측정하는 방법론으로 상대적 효율성(relative efficiency)을 측정하는 자료포락방법(Data Envelopment Analysis, DEA)를 사용했으며, 시간에 따른 생산성의 변화 추이를 분석하기 위해서는 Malmquist 생산성 지수를 활용했다. SW자본투입에 의한 산업별 수준 측정은 물론 국제간 비교를 위해 EU 회원국을 대상으로 1970년 이후 72개 산업별 자본(K), 노동(L), 에너지(E), 중간재(M), 서비스(S) 등에 대한 자료를 구축하고 있는 EU KLEMS와 이와 동일한 방식으로 아시아 국가의 산업별 투입자본을 축적한 ASIA KLEMS에 존재하는 자료를 통합하여 국가 단위의 산업별 패널데이터를 구축하고, SW자본재 투입에 의한 생산성 기여분을 비교했다.

### (2) 디지털 전환의 역기능

이 부분은 디지털 전환으로 인한 산업별 신·구 주체의 갈등 양상이 변화해가는 과

정을 분석했다. 디지털 전환이라는 거대한 “갈등 환경” 속에서 산업적 특성, 이해관계자 등이 형성하는 “갈등 구조”와 기대 수준이나 인지 수준의 차이, 촉발 사건 등을 포함하는 “갈등 상황”의 변화를 정량적으로 분석해 보았다. 이를 위해, 1차년도 연구에서 선정한 8대 산업을 중심으로 2003년 12월부터 2019년 6월까지 2,081개의 뉴스 채널에서 최종 약 100만 건의 디지털 전환 갈등 키워드와 관련된 뉴스 기사 본문을 수집하여 갈등 사건 빈도를 추출하고, 대표 갈등 사례의 강도 변화 추이를 동적으로 추적해 보았다. 한편, 정부 정책은 갈등환경과 갈등 구조를 직·간접적으로 변경하여 인센티브 구조를 변화시키며, 이는 갈등 상황에 영향을 준다. 이를 종합하여 디지털 전환지수, 갈등 사건 빈도, 정책 발표 빈도와 소비자 가격 지수와 같은 경제지표 간의 관계를 다항식 다중수준모형을 토대로 분석했다.

### (3) 디지털 전환의 시뮬레이션

이 부분에서는 컴퓨터 시뮬레이션 방법을 활용하여, 사회기술시스템의 전환 과정에 따라 참여자들이 어떤 영향을 주고받는지 그 메커니즘을 분석했다. 시뮬레이션 방법론은 추상화의 정도에 따라 추상화 수준이 높은 방법인 시스템 다이내믹스(System Dynamics), 중간 정도의 추상화 수준을 하는 행위자 기반 모델링(Agent Based Modeling), 비교적 현실과 유사한 낮은 추상화 수준을 모델링하는 이산사건모델링(Discrete Event Modeling)으로 나눌 수 있으며, 본 연구에서는 시스템 다이내믹스와 행위자 기반 모델링을 통해 스마트 모빌리티 산업의 전환 과정을 분석했다. 먼저 시스템 다이내믹스 모델을 활용하여 공유 모빌리티 시장에서 신서비스에 따라 전체 모빌리티 시장의 서비스의 질 향상, 데이터 축적에 따른 누적 효과, 신서비스의 규제순응 비용 효과 등의 인과지도를 수립했으며, 유량흐름도를 제시했다. 또한 행위자 기반 모델링으로 중국의 모빌리티 시장의 법·규제의 합법화, 시장 선도자였던 디디추싱과 우버의 합병과 같은 사건이 사회체제 전환에 어떤 영향을 미치는지 분석할 수 있음을 제시했다.

## 제2장 디지털 전환의 수준 측정

### 제1절 자본투입과 경제성장

#### 1. ICT와 경제성장간의 관계

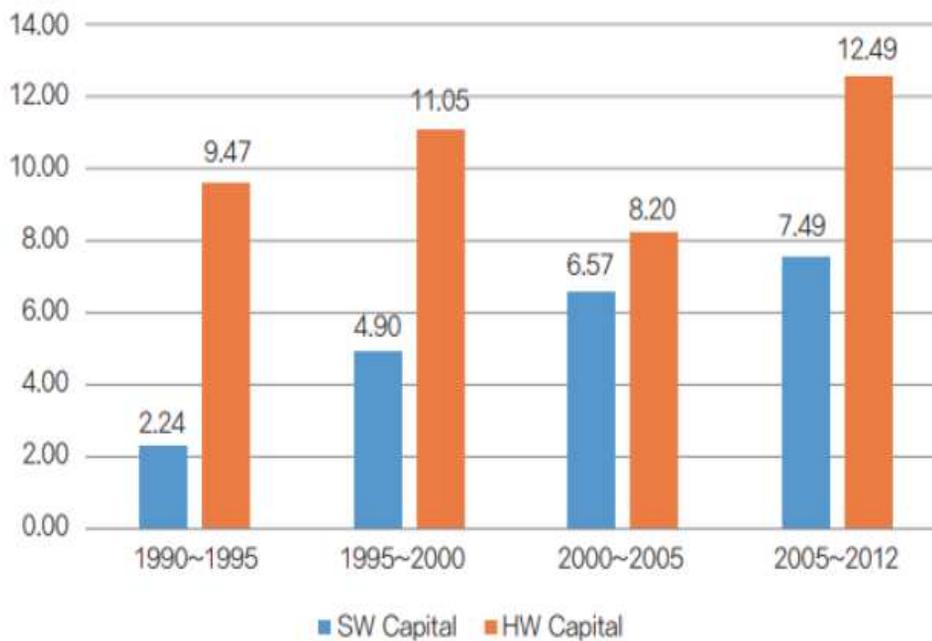
투입되는 자원의 특성과 생산성에 대한 관계를 연구한 초기의 연구는 주로 자본재의 생산성 기여분을 연구했는데, Greenwood et al.(1997)은 투자재(특히, 구조물을 제외한 장비)를 기술발전이 거의 없는 건축물과 기술이 체화된 장비로 구분하여 자본재에 체화된 ICT의 급속한 발전이 생산성 증가에 매우 중요한 요인임을 밝혔으며, Cummins and Violante (2002)의 연구에서는 품질조정 가격지수를 통해 성장회계분석을 수행한 결과, 경제성장과 노동생산성 증가의 상당 부분이 자본재의 기술발전으로 인한 결과임을 밝혔다. 그리고 Schreyer(2002)는 국가간 ICT제품의 가격조정 방법이 상이함에 따라 서로간의 정량적인 수치를 비교 분석하고 일관성있는 지표를 선정하기 위한 방안을 제시했다.

한편 본격적으로 ICT산업이 경제성장에 기여한 수준을 측정한 연구로는 Martinez et al. (2010)이 생산에 사용되는 자본재를 비ICT자본재(구조물, 기계장비, 수송장비)와 ICT자본재(하드웨어, 소프트웨어, 통신장비)로 구분하여 자본재에 체화된 ICT자본투입이 미국 생산성 향상의 상당 부분을 기여한다는 점을 밝혔으며, Molinari et al. (2013)은 성장회계 분석을 통해 4개국(호주, 일본, 한국, 미국) 모두에서 공통적으로 자본재에 체화된 기술변화의 절반 정도는 ICT로 인한 것으로 분석했다. Van Ark et al. (2002)도 성장회계의 분석을 통해 ICT투자와 자본재가 EU(European Union)의 경제성장과 생산성 증가에 얼마만큼 기여했는지를 분석했는데 1990년대 유럽의 경제가 둔화되고 미국과의 격차가 벌어진 중요한 요인이 바로 ICT투자액의 차이와 ICT자본재의 느린 확산이라고 주장했다. 이러한 연구의 흐름의 연장선에서 최근 국가별 ICT 생산성 기여에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는데, Vu (2013)는 ICT자본재가 싱가포르 경제성장을 1%p 정도 향상시켰음을 증명했고, Edquist and Henrekson (2017)는 ICT와 R&D 자본재가 스웨덴의 부가가치 증가에 미치는 영향을 분석했다. 그리고 Strobel (2016)은 독일과 미국을 대상으로 수행한 연구인데, 독일의 경제성장에 있어서 수입된 ICT중간재가 중요한 역할을 한 반면, 미국은 자국에서 생산한 non-ICT서비스와 ICT제품이 경제성

장을 이끌었다는 점에서 두 국가의 차이가 존재함을 밝혔다. 중요소생산성의 측면에서 보면, 독일의 경우 자국에서 생산한 ICT중간재의 과급효과가 크고, 미국은 수입한 ICT중간재로 인한 영향이 큰 것으로 나타났다.

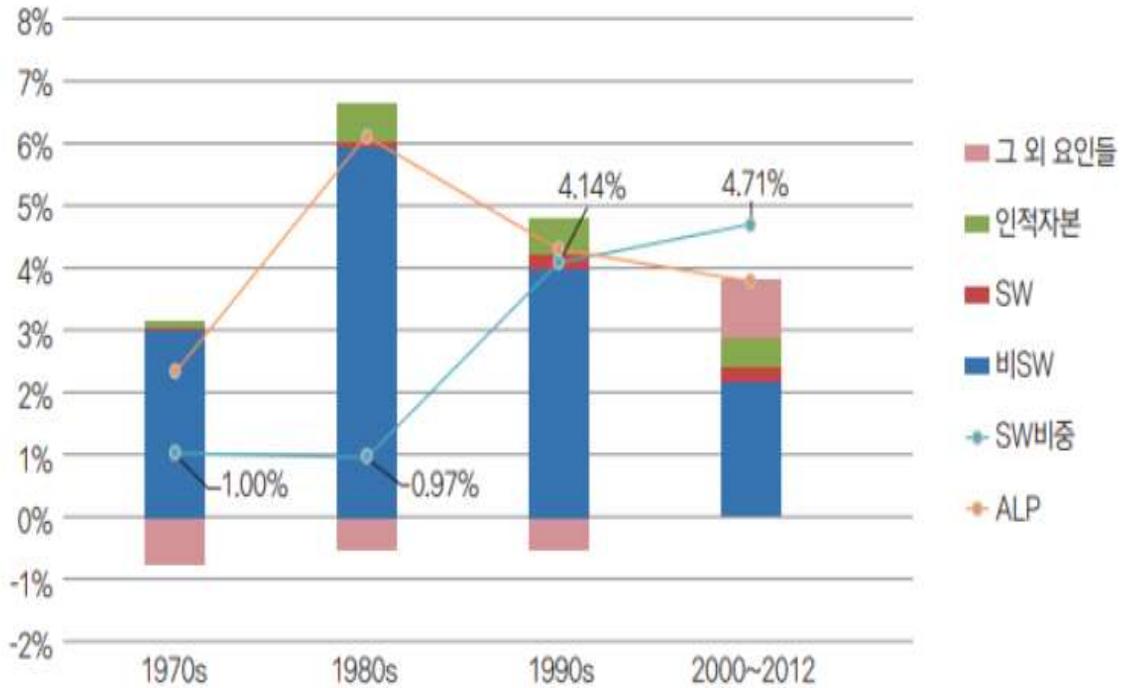
본 연구의 1차년도 연구에서도 성장회계를 통해 소프트웨어 자본이 우리 경제 성장에 기여한 정도를 분석했다. GDP 성장과 이를 견인하는 투입 요소는 자본, 노동, 중요소생산성으로 구분할 수 있으며, 이와 관련된 자료는 한국생산성본부의 KIP(Korea Industrial Productivity) 자료를 기반으로 구축된 World KLEMS를 활용하였다<sup>1)</sup>. 분석 결과 1990년대 이후 소프트웨어 자본 투자가 꾸준히 증가하고 있는 것을 확인할 수 있었고, 하드웨어 자본 투자 비중의 경우 유의미한 관계를 발견할 수 없었으나 소프트웨어 자본 투자와는 양(+)의 유의미한 상관관계( $\beta=0.127$ )를 보이고 있어 향후 국내 경제의 지속 성장을 위해서 SW자본의 경제성장 기여도에 주목할 필요가 있음을 밝혔다. 그리고 국내 노동생산성이 본격적으로 하락하는 1980년대 이후 소프트웨어 자본의 기여도는 오히려 0.97%에서 1990년대 4.14%로 상승하고, 2000년대 들어서는 전체 노동생산성에 약 4.71%를 차지하고 있다. 이는 소프트웨어가 전 산업에서 차지하고 있는 비중은 비록 작더라도 향후 국내의 하락하는 노동생산성과 산업경쟁력을 제고할 수 있는 매우 중요한 생산요소라는 점을 새롭게 확인시키는 결과로 판단된다.

[그림 2-1] SW자본과 HW자본의 변화 추이



1) 이 자료에 따르면 자본재는 8개로 구분되어 있는데, 여기에는 건축 구조물, 운송장비, 기계 등 일반적인 물적 자본과 더불어 소프트웨어 자본과 컴퓨터, 통신장비와 같은 하드웨어 자본을 포함하고 있다.

[그림 2-2] SW자본의 경제성장 기여도 변화 추이



## 2. 거시적 수준에서의 SW 생산성

SW자본재가 생산성에 기여하는 수준을 측정한 1차 연구의 연장선에서 SW자본이 다양한 산업과 융합하여 해당 산업의 생산성에 미치는 효과를 측정하고, 이러한 SW자본의 산업별 생산성을 국가별로 비교하여 SW자본이 국가 경제에 미치는 효과와 국제 수준을 보다 거시적인 차원에서 살펴볼 필요가 있다.

ICT자본재가 생산성에 미치는 영향을 거시적 차원에서 분석하고자 한 기존 연구로는 Dimelis and Papaioannou (2011)의 경우, 1993년부터 2001년까지 42개국의 방대한 데이터를 활용해서 ICT자본재가 국가의 노동생산성에 유의미하게 긍정적으로 영향을 준다는 점을 검증했고, 비모수적(non-parametric) 분석방법인 DEA(data envelopment analysis)를 활용한 Ceccobelli et al(2012)의 연구에서는 EU KLEMS 자료를 활용해서 OECD 14개국의 노동효율성을 기술변화, 기술추격, 자본축적으로 분해하고 ICT자본재를 생산요소에 포함한 경우와 그렇지 않은 경우의 분포를 비교하여 ICT자본재의 영향을 판별하였다. 그리고 가장 최근에 수행된 Fujii et al(2019)의 연구에서는 EU 14개국을 대상으로 특히 에너지산업부문에서 ICT가 생산성 측면에서 어떠한 영향을 주었는지 분석했다.

그리고 비모수적(non-parametric) 분석방법인 DEA(data envelopment analysis)을 활용

해서 국가간, 산업간, 기업간의 상대적 효율성 차이를 설명하는 시도가 있었는데, Chen et al (2006), Cao & Yang (2011), Appiahene (2019)가 대표적이다. 국내 525개 중소기업을 대상으로 SW자본의 투입으로 견인되는 생산성을 측정한 Shin(2006)는 SCM, Groupware 등 기업관리SW가 생산성에 유의미한 개선 효과를 미치고 있음을 밝혔다. 이 연구는 기업용 SW의 종류를 세분화하여 종류별 SW의 영향을 분석하였다는 점에서 기존 연구와 차별점이 있다.

본 연구도 SW자본의 생산성 기여도 분석의 연장선에서 최근에 진행되는 SW자본의 산업별 기여도와 국제 비교 등 거시적 관점에서의 접근법에 기반하여 국내 산업별 SW자본투입의 효과성 측정과 국제 비교를 수행하고자 한다.

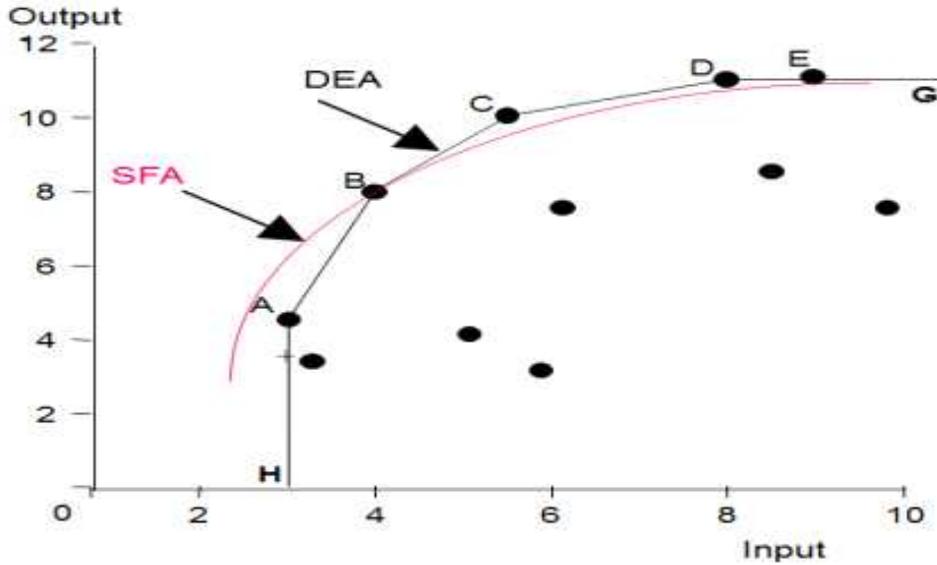
## 제2절 연구의 방법론

### 1. 상대적 생산성 : 자료포락방법(Data Envelopment Analysis (DEA))

효율성 비교에 사용되는 대표적인 두 가지 방법은 생산(or 비용 or 이윤)함수에 기반한 모수적 방법인 SFA(Stochastic Frontier Analysis)와 자료 기반 모수적 방법인 DEA(data envelopment analysis)가 존재한다. DEA와 SFA는 방법론인 차이로 인해, 분석 자료의 특성에 따라 적절한 방법론의 선택이 필요하며 분석 결과에도 상당한 차이가 발생한다.

아래 표와 같이 연구 방법론의 선택은 모두 각각의 장단점이 있어 연구자의 선택이 중요한데, 본 연구는 비교대상이 되는 개별 유닛들(Decision-Making Units; DMUs) 간 효율성을 비교하는 자료 기반 비모수적 방법인 DEA를 기반으로 한다.

[그림 2-3] DEA와 SFA의 효율성 경계(frontier) 비교



<표 2-1> DEA와 SFA 분석 방법 비교

SFA	DEA
● 모수적 방법(Parametric method)	● 비모수적 방법(Non-parametric method)
● 최우도(Maximum likelihood) 추정에 기반한 계량경제학적 방식	● 선형계획법(Linear programming)
● 효율성과 노이즈(오차항)를 분리 가능	● 노이즈 분리가 불가능(노이즈가 효율성추정 값 그대로 반영)
● 일반적으로 다중 투입요소, 단일 산출요소의 경우에 사용	● 다중 투입요소, 다중 산출요소의 경우에도 사용 가능
● 생산함수 형태에 대한 가정이 필요	● 생산함수 형태에 대한 가정 불필요

일반적으로 DEA 방법을 이용하는 경우 DEA는 효율성의 기준 선정 시, 동일한 산출량을 위해 투입요소를 얼마만큼 줄일 수 있는지에 기반한 투입지향(input-oriented) 방식과 동일한 투입량으로 얼마만큼 산출량을 증가시킬 수 있는지에 초점을 맞춘 산출지향(output-oriented) 방식으로 구분투입지향 모형과 산출지향 모형의 두 가지 DEA 모형을 사용한다. 투입지향 모형은 산출이 일정한 상황에서 효율성을 높이기 위해 투입을 변화시키는 것이고, 산출지향 모형은 투입이 일정할 때 산출을 증가시키는 것이다. 이때 DEA는 최외곽 경계선(가장 효율성이 좋은 DMUs로 구성)이 규모불변이라고 가정할 경우 CRS (Constant Returns to Scale), 규모에 따라 변할 경우 VRS (Variable

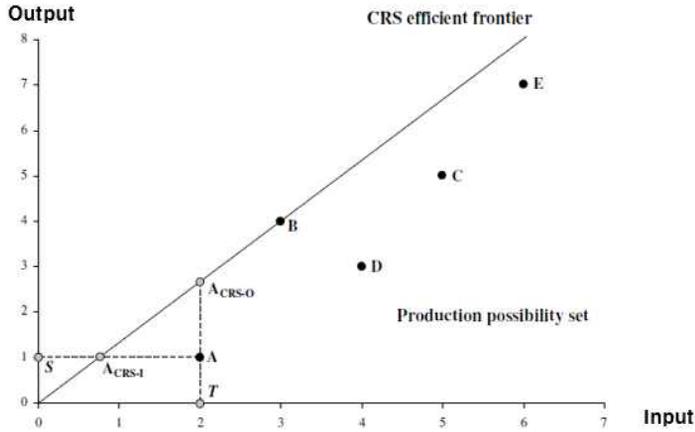
Returns to Scale) 방식으로 구분할 수 있다. DEA의 대표적 연구인 Charnes et al(1978)은 다투입-산출변수를 가지는 의사 결정단위(decision-making units: DMU)의 생산성과 효율성을 측정하기 위해서 시장가격을 고려하지 않는 표준 DEA 모형(CCR 모형)을 개발하였다. DEA 방법을 이용하면 다른 기업과 비교하여 효율성에 대한 결과를 도출할 수 있기 때문에 DEA 방법은 상대적 효율성(relative efficiency)을 평가하는 모형이다.

Charnes et al(1978)이 개발한 최초의 DEA 모형인 CCR 모형은 규모수익불변(constant return to scale: CRS)의 가정을 바탕으로 기술효율성을 측정하는 모형이다. 규모수익불변(constant return to scale, CRS)의 경우, 투입지향 효율성과 산출지향 효율성이 항상 동일한 반면, 규모수익가변(variable returns to scale, VRS)의 경우, 두 값이 서로 상이하게 된다. 이때 규모수익불변(CRS) 효율성과 규모수익가변(VRS) 효율성의 차이는 규모의 문제이며, 두 값의 차이를 규모 효율성(scale efficiency)으로 지칭한다.<sup>2)</sup>

---

2) CCR 방식과 CRS, BCC 방식과 VRS가 완전히 동일하다고 할 수는 없음. 즉, CCR 방식에서는 CRS 형태의 경계를, BCC 방식에서는 VRS 형태의 경계를 사용하는 점에서는 공통적이나, CCR과 BCC에서 최적의 효율성을 가진 유닛은 Slack까지 0이어야 함.

[그림 2-4] CRS 방식



○ A의 효율성

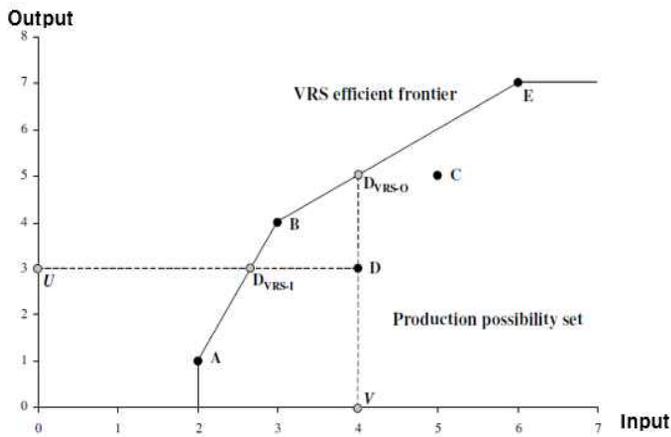
- Input orientation

$$\text{Eff. score} = \frac{SA_{CRS-I}}{SA}$$

- Output orientation

$$\text{Eff. score} = \frac{TA}{TA_{CRS-O}}$$

[그림 2-5] VRS 방식



○ D의 효율성

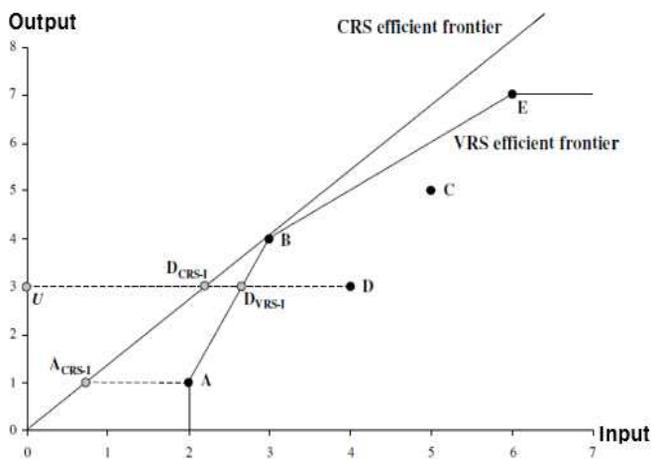
- Input orientation

$$\text{Eff. score} = \frac{UD_{VRS-I}}{UD}$$

- Output orientation

$$\text{Eff. score} = \frac{VD}{VD_{VRS-O}}$$

[그림 2-6] CRS와 VRS 효율성의 관계



○ 효율성 100% 유닛

- CRS: A

- VRA: A, B, E

○ D의 효율성

- CRS: Technical Efficiency

$$TE_{CRS} = \frac{UD_{CRS-I}}{UD}$$

- VRS: Technical Efficiency

$$TE_{VRS} = \frac{UD_{VRS-I}}{UD}$$

- 규모의 효율성(Scale Efficiency)

$$SE = \frac{UD_{CRS-I}}{UD_{VRS-I}}$$

$$\therefore TE_{CRS} = TE_{VRS} \cdot SE$$

## 2. 생산성의 변화추이 : Malmquist Productivity Index (MPI)

DEA가 상대적 효율성(relative efficiency)을 측정하는 모형이라면, 시간에 따른 생산성의 변화 추이를 분석하기 위해 고안된 모델이 Malmquist 생산성 지수이다. 기본적인 Malmquist 생산성 지수<sup>3)</sup>는 특정 기간, 특정 그룹을 한정하여 연속한 두 기간의 생산성 비율 혹은 그에 대한 기하평균을 구해 추정한다. 이는 전체 산출규모를 노동, 자본, 기술 등 복합적 투입으로 나누어 산출하는 총요소 생산성 지수 (TFPI)와 투입대비 최대 산출의 생산단위 능력인 기술적 효율성(TEI or TECI - catchup effect), 그리고 의사결정단위(DMU), 즉 조직의 기술 혁신에 의한 생산성 증대를 의미하는 기술변화지수(TCI)로 구분한다.

예를 들어  $P$ 를 특정 시기, 특정 그룹의 생산가능집합(production possibility set)이라고 하면  $P_R^t$ 는  $t$  기의  $R_j$  그룹에 속한 유닛들의 생산가능 집합이라고 할 수 있다.

$$P_{R_j}^t = (x^t, y^t) | x^t \text{ can produce } y^t, \lambda P^t = P^t, t = 1, \dots, T, \lambda > 0 \quad (\text{식 1})$$

(식 1)은 이처럼 특정 시기(contemporaneous)의 생산가능기술 집합을 나타내며, Caves et al. (1982)은 이와 같은 상황에서 다음과 같이 Malmquist 생산성 지수를 정의한다.

$$M^s(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D^s(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^s(x^t, y^t)}, s = t, t+1 \quad (\text{식 2})$$

여기서 거리함수  $D^s(x, y)$ 는 생산기술(benchmark technology)에서  $(x, y)$ 의 CRS 산출지향 효율성(output-oriented technical efficiency)과 같은 개념이다.

$$D^s(x, y) = \inf \phi > 0 | (x, y/\phi) \in P_{R_j}^s, s = t, t+1 \quad (\text{식 3})$$

그러나 위 (식 2)에서 정의한 Malmquist 지수는 기준 시점이  $t$  기인지 아니면  $t+1$  기인지에 따라 지수값이 변하는 특성을 가지는데, 즉,  $M^t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) \neq M^{t+1}(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1})$ 과 같은 특성이 약점이다. 이를 보완하기 위해 Färe et al. (1994)는  $t$  기와  $t+1$  기 사이의 Malmquist 생산성 변화 지수를 기하평균하여 지수를 정의하였다.

$$M(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = [M(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) \times M(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t)]^{1/2} = \left[ \frac{D^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D^t(x_t, y_t)} \times \frac{D^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \quad (\text{식 4})$$

3) Färe, Grosskopf, Lindgren, and Ross(1992)의 맴퀴스트 생산성 지수(Malmquist Productivity Index)에 의한 생산성의 변화 추이 측정이 있다.

$M(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1})$ 의 값에 따라  $t$  와  $t+1$  기 사이의 생산성은 증가( $M_o^t > 1$ )하거나, 변화가 없거나( $M_o^t = 1$ ), 감소함( $M_o^t < 1$ )을 나타낸다.

기간에 구애받지 않고 특정 그룹의 전 기간에 걸친 생산성 변화를 살펴보기 위해 고안된 것이 Intertemporal Malmquist 생산성 지수이다. 특정 그룹에 속한 유닛들의 전 기간에 걸쳐 생산가능집합을 설정하고 이를 바탕으로 Malmquist 지수를 추정한다.

$$M^I(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D^I(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^I(x^t, y^t)} \quad (\text{식 5})$$

전 기간에 걸친 지수를 추정하기 위해서는 거리함수도 해당 그룹의 전기간에 걸친 자료를 모두 사용하여 생산가능집합을 추정한다.

$$D^I(x, y) = \inf \{ \phi > 0 | (x, y/\phi) \in P_{R_j}^I \} \quad (\text{식 6})$$

이와 같이 전 기간에 걸친 지수는 Pastor and Lovell (2005)에 의해 고안되었는데, 시점에 상관없이 동일한 지수값을 갖기 때문에 순환(circular) Malmquist 생산성 지수라고도 불리운다. 거리함수가 1차 동차함수(homogeneous of degree one)<sup>4)</sup>이므로 다음과 같이 지수를 분해 가능하다.

$$\begin{aligned} M^I(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) &= \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \times \left\{ \frac{D^I(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^I(x^t, y^t)} \right\} \\ &= \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \times \left\{ \frac{D^I(x^{t+1}, y^{t+1})/D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^I(x^t, y^t)/D^t(x^t, y^t)} \right\} \\ &= \frac{TE^{t+1}}{TE^t} \times \frac{BPG^{t+1}}{BPG^t} \\ &= EC \times BPC \end{aligned} \quad (\text{식 7})$$

여기서  $TE$ 는 일반적인 기술효율성(technical efficiency)를 나타내고,  $BPG$ 는 전 기간에 대하여 가장 높은 효율성을 보이는 유닛과의 효율성 차이(best practice gap)를 의미한다.  $BPC > 1$ 인 경우,  $t$ 기 보다  $t+1$ 기에 좀 더 통시적 생산가능경계(intertemporal benchmark technology)에 다가가고 있음을 의미하고 이는 기술 진보를 의미한다. 반대로  $BPC < 1$ 인 경우,  $t$ 기 보다  $t+1$ 기에 좀 더 통시적 생산가능경계(intertemporal benchmark technology)에서 멀어지고 있음을 의미하며 이는 기술 퇴보를 의미한다.

Malmquist 생산성 지수를 기술효율성, 그룹내 효율성 변화, 그룹간 효율성 변화 등으로 분해하여 분석이 가능한데 이를 Metafrontier Malmquist 생산성 지수라고 한다(Oh and Lee, 2010). 모든 그룹에 속한 유닛들의 전 기간에 걸쳐 생산가능집합을 설정하고 이를 바탕으로 Malmquist 지수를 추정하는 방식이다.

4)  $D(x, \lambda y) = \lambda D(x, y)$

$$M^G(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D^G(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^G(x^t, y^t)} \quad (\text{식 } 8)$$

전 기간에 걸친 지수를 추정하기 위해서는 거리함수도 모든 그룹의 전기간에 걸친 자료를 모두 사용하여 생산가능집합을 추정한다.

$$D^G(x, y) = \inf \{ \phi > 0 \mid (x, y/\phi) \in P_{R_j}^G \} \quad (\text{식 } 9)$$

Metafrontier Malmquist 생산성 지수는 다음과 같이 분해가 가능하다.

$$M^G(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{TE^{t+1}}{TE^t} \times \frac{BPG^{t+1}}{BPG^t} \times \frac{TGR^{t+1}}{TGR^t} \quad (\text{식 } 10)$$

$$= EC \times BPC \times TGC$$

$$EC = \frac{TE^{t+1}}{TE^t} = \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \quad (\text{식 } 11)$$

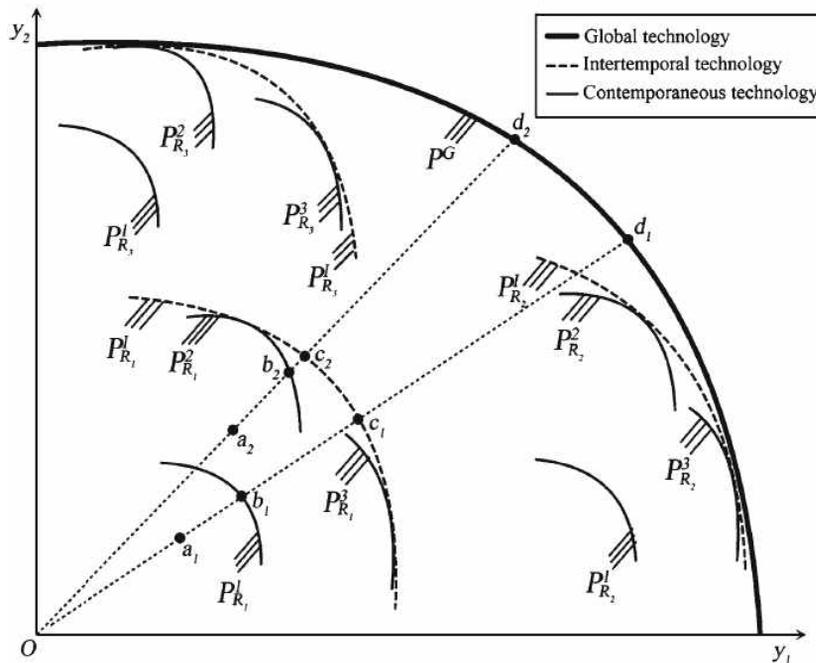
$$BPC = \frac{BPG^{t+1}}{BPG^t} = \frac{D^I(x^{t+1}, y^{t+1}/D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}))}{D^I(x^t, y^t/D^t(x^t, y^t))} \quad (\text{식 } 12)$$

$$TGC = \frac{TGR^{t+1}}{TGR^t} = \frac{D^G(x^{t+1}, y^{t+1}/D^I(x^{t+1}, y^{t+1}))}{D^G(x^t, y^t/D^I(x^t, y^t))} \quad (\text{식 } 13)$$

여기서  $TGR$ 은 특정 유닛이 속한 그룹  $R_j$ 와 전체 유닛들로 구성된 Metafrontier와의 효율성 차이를 의미한다. 즉,  $TGR=1$ 이면, 전체 그룹들 중에서 기술을 리드하는 선두 그룹임을 나타낸다.

본 연구에서는 기존 Malmquist 생산성 지수를 응용하여 생산성 변화를 기술효율성, 그룹내 효율성 변화, 그룹간 효율성 변화로 분해하여 분석하고, 국가별·산업별 패널 자료를 국가별 특성에 초점을 맞추어 국가별 그룹으로 나누는 방법과 산업별 특성을 고려하여 동일 산업을 하나의 그룹으로 설정하는 방법 중 본 연구에서는 후자를 선택한다.

[그림 2-7] Metafrontier Malmquist 지수의 개념



자료: Oh and Lee (2010)

### 제3절 분석의 데이터와 결과

#### 1. 분석의 데이터 : KLEMS DB<sup>5)</sup>

국가간 경제성장, 생산성, 국제경쟁력 등의 변화를 비교·평가하기 위해 성장회계 방식이 필요하였으며, 이를 위한 데이터베이스로 구축한 것이 KLEMS이며, 본 연구는 이 데이터를 활용하여 분석한다.

제2차 세계대전 이후 유럽과 미국의 생산성 격차 심화에 대한 원인을 분석하기 위한 노력의 일환으로 EU KLEMS<sup>6)</sup> 데이터베이스를 구축하여 EU 회원국을 대상으로 1970년 이후 72개 산업별 자본(K), 노동(L), 에너지(E), 중간재(M), 서비스(S) 등에 대한 자료를 구축했다. 한편 EU KLEMS와 동일한 형식으로 BRICs 국가를 비롯하여 아시아 및 남미 국가들까지 포함하는 데이터베이스를 구축한 것이 World KLEMS이다<sup>7)</sup>. World KLEMS

5) EU KLEMS와 World KLEMS 데이터베이스에 대한 설명은 한국생산성본부의 “총요소생산성 국제 비교 (2016)”을 참고

6) Bart van Ark를 중심으로 한 네덜란드 Groningen 대학팀에서 EC(European Commission)의 재정적 지원으로 EU KLEMS 프로젝트를 수행

7) 기본적으로 한국, 일본, 대만, 인도 등의 자료는 ASIA KLEMS(<http://www.asiaklems.net/>)에 존재

프로젝트<sup>8)</sup>는 Harvard 대학의 Jorgenson교수를 주축으로 EU KLEMS에 참여한 연구진이 공동으로 추진했으며, 이중 한국에 해당하는 자료는 한국생산성본부에서 제공하는 KIP(Korea Industrial Productivity) DB에 기초하고 있다.

본 연구에서는 EU KLEMS<sup>9)</sup> 및 ASIA KLEMS에 존재하는 자료를 통합하여 국가단위의 산업별 패널데이터를 구축하여 분석한다. KLEMS 자료의 가장 큰 장점은 노동과 자산에 대한 세분화된 정보를 제공하고 있다는 점이다.

특히 본 연구가 초점을 두고 있는 ICT자산의 경우, 컴퓨터(IT), 통신기기(CT), SW 및 데이터베이스(Soft\_DB)로 구분하여, 국가별·산업별 SW 자산 및 투자에 대한 연도별 추정값이 담긴 중요하고 차별화된 데이터베이스 제공하고 있다. 그러나 이와 같이 세분화된 ICT자산에 대한 산업별 자료가 일부 국가에서 누락된 관계로, 미국을 포함하여 총 19개국의 EU KLEMS자료를 분석에 사용할 것이다. 한국과 일본의 경우, ASIA KLEMS에 속해 있으며 최근에 자료의 업데이트가 없어 2012년까지의 자료만 존재하는 한계가 있으며, 또한 산업의 분류에 있어 한국과 일본의 자료는 구산업분류(ISIC Rev.3)를 따르기 때문에 신산업분류(ISIC Rev.4)를 따르는 EU KLEMS 자료와 산업매칭 작업을 수행<sup>10)</sup>하고 미국과 유럽 18개국<sup>11)</sup>과 아시아 2개국(한국, 일본)을 포함하여 국가별·산업별 불균형 패널(unbalanced panel) 자료를 구축하여 분석한 뒤, 국가별 자료의 특성상, 데이터가 각 국가의 화폐단위로 표시되어 있기 때문에 이를 2010년 환율을 기준으로 미국 달러화(USD)로 실질화 변환한다<sup>12)</sup>.

8) <http://www.worldklems.net>

9) EU KLEMS는 유럽에 있는 28개국에 대한 거시데이터를 제공하고 있으며, 추가적으로 미국의 데이터도 동일한 형식으로 제공하고 있으며 2017년에 발행된 최신 EU KLEMS 자료는 신산업분류(ISIC Rev.4)에 맞춰 1995부터 2015년까지의 산업별 총생산, 부가가치, 노동, 자본 등의 상세한 자료를 제공하고 있음.

10) 산업은 매칭작업 후, 총 27개 산업으로 구분: (1)농림수산업, (2)광업, (3)음식료품 제조, (4)섬유 및 가죽제품 제조, (5)목재/종이 및 인쇄, (6)석탄/석유 관련 제품 생산, (7)화학제품, (8)고무/플라스틱 및 비금속광물, (9)금속제조, (10)전기 및 광학기기, (11)기계 및 장비, (12)운송장비, (13)기타 제조업, (14)전력/수도/가스 공급, (15)건설업, (16)도소매업, (17)운송 및 보관, (18)음식/숙박 서비스, (19)정보통신 서비스업, (20)금융업, (21)부동산업, (22)과학/기술 및 전문서비스업, (23)공공행정 및 국방, (24)교육, (25)보건 및 사회복지, (26)예술 및 엔터테인먼트, (27)기타 서비스 등

11) 유럽 18개국은 (1) 오스트리아, (2) 체코, (3) 독일, (4) 덴마크, (5) 에스토니아, (6) 그리스, (7) 스페인, (8) 핀란드, (9) 프랑스, (10) 헝가리, (11) 이탈리아, (12) 리투아니아, (13) 네덜란드, (14) 폴란드, (15) 스웨덴, (16) 슬로베니아, (17) 슬로바키아, (18) 영국

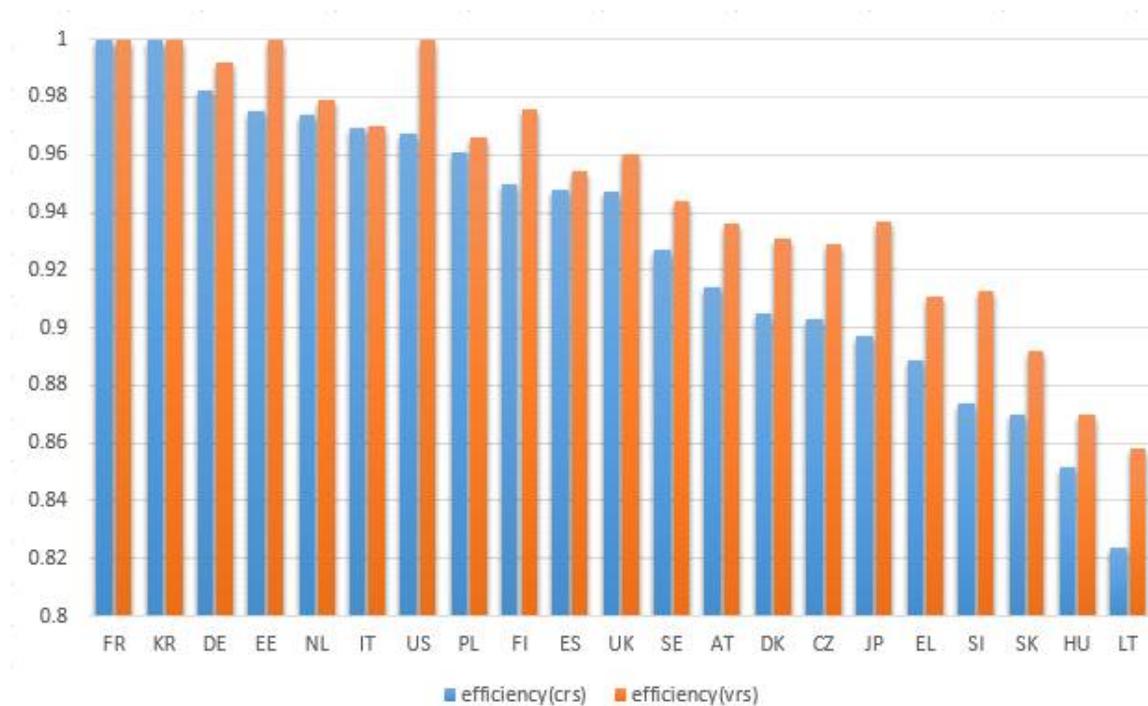
12) KLEMS 자료에서 국가별 자료는 각국의 화폐 단위로 표현되어 있는데, 예를 들어, 체코의 경우 코루나(CZK), 덴마크는 크로네(DKK), 헝가리는 포린트(HUF), 폴란드는 즈위티(PLN), 스웨덴은 크로나(SEK), 영국은 파운드(GBP), 한국은 원화(KRW), 일본은 엔화(JPY) 등의 값으로 수록되어 있음.

## 2. 분석의 결과

### (1) 시점별 상대적 생산효율성 평균

우선 동일 시점별 DEA 분석을 위해서는 각 시점별 생산기술변경(contemporaneous technology frontier)을 기준으로 동일한 시점에서 동일한 산업끼리 DEA 분석을 수행해야 한다. 매 시점마다 모든 산업 그룹별 DEA 분석을 수행한 결과, 우리나라는 거의 모든 산업 분야에서 가장 높은 효율성을 보이는 것으로 나타났다. 이와 같은 DEA 분석은 매시점별로 DEA 분석을 수행하기 때문에 해당 시점에서 특정 산업이 가장 효율적으로 운영되고 있는 국가를 판단하는 데 효과적이다.

[그림 2-8] 정보통신업(INC)의 시점별 효율성 평균

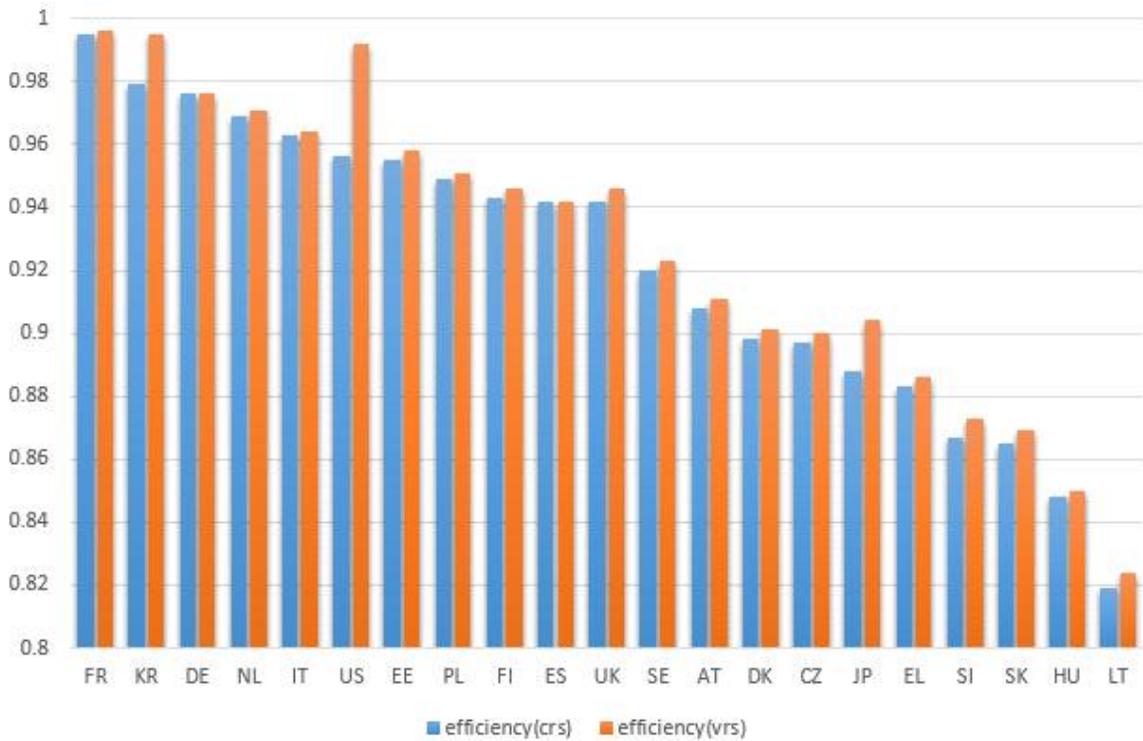


둘째, 통시적 DEA 분석을 위해 쏘 시점(1995-2015년)에 대한 생산기술변경(intertemporal technology frontier)을 기준으로 DEA 분석을 수행한다. 산업별 전시점의 자료를 기준으로 DEA 분석을 수행한 결과, 우리나라의 산업별 효율성은 국가별로 비교했을 경우, 대부분의 산업에서 최상위를 기록한 것으로 나타났다. 그리고 대부분의 국가 및 산업에서 규모수익불변(CRS) 효율성과 비불변(VRS) 효율성은 동일한 추이

를 보이는 것으로 나타났지만, 미국과 같이 규모가 특이하게 다른 경우 해당 DMU가 변경을 형성하기 때문에 두 효율성 값에 상당한 차이가 존재하는 것을 알 수 있다.

마지막으로 글로벌 DEA 분석을 위해 전산업 및 전시점을 생산기술변경(global technology frontier)으로 삼아 DEA 분석을 수행한 결과, 효율성은 동일 시점별 효율성 분석 → 통시적 효율성 분석 → 글로벌 효율성 분석 순으로 점차 낮아지는 것으로 나타났다

[그림 2-9] 정보통신업(INC)의 통시적 효율성 평균



## (2) 생산성의 변화추이 분석 (Malmquist Productivity Index, MPI)

생산성의 변화추이는 산업별 기술효율성 변화(EC; Efficiency Change), 통시적 기술변경과의 격차 변화(BPC; Best Practice gap Change), 글로벌 생산변경과의 격차 변화(TGC; Technology Gap ratio Change)로 분해해서 분석한다.

먼저 산업별 기술효율성 변화(EC; Efficiency Change)는 t시점과 t+1 시점에서의 특정 국가의 특정 산업(DMU)에 대한 효율성 변화를 의미하며, 개별 DMU의 기술효율성 변화(EC; Efficiency Change)는 각 시점의 기술효율성(technical efficiency) 간의 변화를 의미한다(식 (11) 참고). 기술효율성 변화가 증가한다는 것(증가율이 양수일 경우)은, 해당 DMU의 그룹내에서의 상대적인 기술효율성이 시간이 흐름에 따라 개선되고 있음

을 의미하고, 감소할 경우는 그 반대의 의미를 가진다.

둘째, 통시적 기술변경과의 격차 변화(BPC; Best Practice gap Change)는 특정 산업의 시점별 생산기술변경과 통시적 생산기술변경과의 기술격차 변화를 측정하며, 이는 특정 산업 그룹의 시점별 생산기술의 시간에 따른 기술 진보를 의미한다. 특정 산업에서 모든 시점( $t=1, \dots, T$ )을 통틀어 가장 효율성이 좋은 DMU를 이용해 통시적 기술변경(intertemporal technology)을 형성하고, 이렇게 형성한 통시적 기술변경과 t시점의 기술변경(contemporaneous technology)과의 격차를 BPG(Best Practice Gap)로 정의하여 측정한다. 즉, 통시적 기술변경과의 격차 변화(BPC)란 BPG의 변화를 의미한다. 통시적 기술변경과의 격차 변화(BPC)가 1보다 큰 경우(또는 증가율이 양수인 경우), 시간이 흐르면서 특정 산업의 생산기술혁신이 일어나서 기술변경에 가까워짐을 나타낸다.

셋째, 글로벌 생산변경과의 격차 변화(TGC; Technology Gap ratio Change)는 전산업, 전시점에서 최상위 생산기술변경인 글로벌 생산변경과 통시적 기술변경과의 격차 변화이며 특정 산업그룹이 타산업그룹과 효율성 격차가 시간이 지나면서 얼마나 개선되고 있는지를 나타낸다. 글로벌 생산변경과의 격차(TGR)가 시간이 가면서 줄어든다는 것은 특정 산업그룹의 효율성이 타산업 그룹과 비교해 증가하는 것을 의미한다. 따라서, 글로벌 생산변경과의 격차 변화(TGC)가 1보다 큰 경우(TGC의 증가율이 양수인 경우), 해당 산업그룹의 효율성이 타산업과 비교해 개선되고 있음을 나타낸다.

Metafrontier Malmquist 생산성 지수를 측정한 결과, 우리나라의 경우, 전산업에서 시점별 기술효율성의 변화(EC)는 크게 나타나지 않으나 주력 산업인 제조업에서 효율성 향상이 나타나고 경공업이나 서비스업의 경우 효율성이 하락하는 추세를 보인다. 사실상, 우리나라는 모든 산업 분야에서 타국가의 동일산업과 시점별 효율성 비교 시에 최상위의 효율성을 보인다고 할 수 있다.

대부분의 제조업에서 통시적 기술변경과의 격차 변화(BPC)의 증가율이 양수로 나타나 시간이 흐르면서 기술변경에 근접함을 알 수 있다. 그러나, 제조업 중에서도 목재, 종이 및 인쇄업(WPP)이나 기타 제조업(OMN), 그리고 일부 서비스업에서는 통시적 기술변경과의 격차가 점점 커지는 것으로 나타났다. 이는 시간의 흐름에 따라 해당 산업의 효율성이 하락하고 있음을 의미한다.

글로벌 생산변경과의 격차 변화(TGC)는 통시적 기술변경과의 격차 변화(BPC)와 상당히 유사한 추이를 보인다. 일부 경공업을 제외하면 제조업에서는 서비스업이나 농림수산업에 비해 해당 산업의 효율성이 증가하는 것으로 나타났다. 이는 글로벌 생산변경과의 격차가 줄어들고 있음을 의미한다.

그에 반해, 서비스업이나 농림수산업은 제조업에 비해 상대적인 효율성이 낮아지고 있는데, 이는 글로벌 생산변경과의 격차가 심화됨을 의미한다.

〈표 2-2〉 국내 산업의 Metafrontier Malmquist 지수의 요소별 평균 증가율

[단위 : % 증가율]

	EC (Efficiency Change)		BPC (Best Practice gap Change)		TGC (Technology Gap ratio Change)	
	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS
AGR	0.000	0.000	0.001	0.001	-0.044	-0.108
MIN	0.000	0.000	0.007	0.041	0.012	0.000
FBT	0.000	0.000	0.001	-0.009	0.017	-0.088
TWL	0.000	0.000	0.036	0.035	-0.066	-0.103
WPP	0.000	0.000	-0.019	-0.042	-0.096	-0.175
CRP	0.000	0.000	-0.015	0.231	0.318	0.008
CHM	0.000	0.000	0.009	0.307	0.518	0.056
RPN	0.000	0.000	0.003	0.019	0.118	-0.018
BMF	0.000	0.000	0.002	0.016	0.064	-0.078
ELE	0.000	0.000	0.003	0.353	0.666	0.074
MAC	0.000	0.000	0.006	0.276	0.436	0.008
TRS	0.000	0.000	0.025	0.392	0.503	0.006
OMN	0.000	0.000	-0.026	-0.047	0.071	-0.051
EGW	0.000	0.000	0.000	-0.142	0.003	-0.001
CST	0.000	0.000	0.055	0.044	-0.036	-0.016
WRT	0.000	0.000	0.090	0.134	0.094	0.021
TNS	0.000	0.000	0.001	0.001	-0.068	-0.314
ACM	0.000	0.000	-0.007	0.073	0.123	-0.014
INC	0.000	0.000	0.004	0.448	0.876	0.250
FIN	0.000	0.000	0.003	0.039	0.163	0.026
RST	0.000	0.000	-0.024	-0.163	0.025	-0.090
PST	0.000	0.000	0.001	-0.371	-0.208	-0.091
PUB	0.000	0.000	0.001	-0.028	0.111	-0.171
EDU	0.000	0.000	0.000	-0.112	-0.186	-0.224
HNS	0.000	0.000	-0.035	-0.448	-0.258	-0.021
ENT	0.000	0.000	0.004	-0.003	0.066	-0.142
OSV	0.000	0.000	-0.095	-0.182	-0.011	0.029

### (3) SW자본의 생산성 기여도 분석 (Tobit Regression)

SW자본의 생산성 기여도 결정요인의 분석은 기술효율성의 결정요인, 통시적 기술변경 격차 결정요인으로 나누어 분석한다.

먼저 기술효율성의 결정요인을 파악하기 위해서 회귀분석을 수행하는데, 일반적으로 효율성은 하한값 0에서 상한값 1사이에 존재하며, 이와 같이 한정된 범위의 자료를 censored data 혹은 truncated data 라고 하며, 이렇게 종속변수가 특정 범위에 한정된 경우 일반적으로 토빗(tobit) 추정 방식을 사용한다. 본 연구는 아래와 같이 패널 토빗 회귀식(panel tobit regression)을 사용하여 추정한다.

$$\theta_{it}^* = \beta_0 + \sum_i \beta_i z_{it} + \mu_i + \nu_{it} \quad (\text{식 14})$$

$$\theta_{it}^* = \begin{cases} 0, & \text{if } \theta_{it}^* \leq 0 \\ \theta_{it}^*, & \text{if } 0 < \theta_{it}^* < 1 \\ 1, & \text{if } \theta_{it}^* \geq 1 \end{cases}$$

위 식에서  $\mu_i$ 는 국가별·산업별 개별효과를 의미하며,  $\nu_{it}$ 는 오차항을 나타낸다. 본 연구에서는 개별효과를 고려하기 위해 임의효과 모형을 사용하였으며, 효율성의 결정요인으로 총자본재에서 ICT자본재의 비율과 근로자 일인당 ICT자본재로 한정한다. ICT자본재는 크게 세가지로 구분하였는데, IT자본재(computing equipment), CT자본재(communication equipment) 그리고 SW자본재(software and database)로 나뉜다.

실증분석의 결과, SW는 산업의 효율성 향상에 긍정적인 효과를 주는 것으로 나타났으며, 특히 총자본재 중 SW자본재의 비율이 높은 산업일수록 효율성도 높은 것으로 나타났다. 근로자 일인당 SW자본재는 규모수익불변(CRS)을 가정할 경우, 부정적인 영향을 주지만 규모수익가변(VRS)을 가정할 경우 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 이는 두 효율성간의 관계를 고려해 볼 때, 근로자 일인당 SW자본재는 규모효율성에는 부정적인 영향을 주지만 순수한 기술효율성에는 긍정적인 영향을 주는 것으로 파악된다.<sup>13)</sup>

다음으로, 통시적 기술변경 격차의 결정요인 분석 결과, 총자본재 중 SW자본재의 비율은 통시적 기술변경과의 격차를 줄이는 데 긍정적으로 작용했다. 그러나, 총자본재

13) (CRS 효율성) = (VRS 효율성) X (규모 효율성)

중 SW자본재의 비율과 근로자 일인당 SW자본재는 서로 상반되는 영향을 주는 것으로 나타났다. 근로자 일인당 SW자본재의 경우, 특정 산업에 종사하는 근로자 수의 증감에 민감하게 영향을 받기 때문에 분석 결과에 대한 정확한 해석을 위해서는 산업별 미시적인 추가 분석이 요구된다.

<표 2-3> 기술효율성 결정요인 분석

구분	기술효율성 결정요인		통시적 기술변경 격차 결정요인	
	CRS	VRS	CRS	VRS
Intercept	0.923*** (0.000)	0.937*** (0.000)	0.973*** (0.000)	0.969*** (0.000)
총자본재 중 IT자본재 비율	0.189*** (0.010)	0.132*** (0.011)	-0.124*** (0.007)	-0.048*** (0.015)
총자본재 중 CT자본재 비율	-0.065*** (0.011)	0.134*** (0.014)	0.291*** (0.007)	0.214*** (0.013)
총자본재 중 SW자본재 비율	0.232*** (0.007)	0.090*** (0.010)	0.128*** (0.006)	0.251*** (0.008)
근로자 일인당 IT자본재 (million \$/십만명)	0.044*** (0.005)	-0.028*** (0.007)	-0.064*** (0.003)	-0.046*** (0.006)
근로자 일인당 CT자본재 (million \$/십만명)	0.053*** (0.004)	-0.021** (0.005)	-0.107*** (0.002)	-0.116*** (0.003)
근로자 일인당 SW자본재 (million \$/십만명)	-0.025*** (0.002)	0.067*** (0.005)	-0.132*** (0.002)	-0.175*** (0.002)
관측치 수	7,606	7,606	7,606	7,606
Log-likelihood	10867.63	7755.03	17866.84	15721.62

\* 괄호 안의 수는 Std. Error을 의미, 첨자 \*\*\*, \*\*, \*는 각각 통계적 유의도 1%, 5%, 10%를 의미

## 제3장 디지털 전환과 역기능 : 산업별 갈등 지수

### 제1절 디지털 혁신과 전환 갈등 기존 연구

#### 1. 사회 갈등 구조와 요인에 관한 이론적 흐름

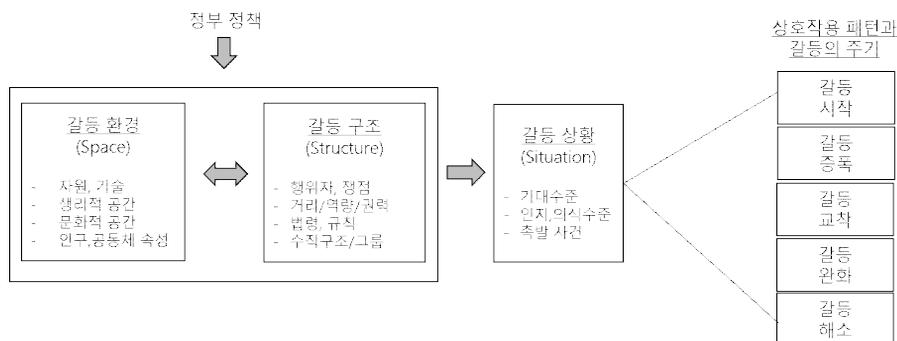
한 사회를 분석하는 몇 가지 접근법을 살펴보면, 우선 사회를 문화적, 역사적 단일체로서 보고, 사회의 정치적 통합을 강조하는 접근법은 유대감, 사회화, 통합 등의 개념에 초점을 두고 연구한다. 이들은 기본적으로 사회를 상향식, 또는 하향식 사회적 이동 가능성을 가진 층화된 사회계급으로 구성되어 있다고 주장하지만 정작 이해관계자의 충돌이나, 이를 최소화하는 방법에 대해서는 심도 있게 다루지 못했다(Wieviorka, 2010). 또 다른 접근법은 사회를 투쟁의 관점에서 보는 사회-다윈주의자나 스펜서주의가 있다. Ludwig Gumplowicz(1883)가 언급한 종족 투쟁이 대표적이다. 사회적 갈등에 초점을 두는 대표적인 학자가 바로 마르크스와 웨버이다. 마르크스는 사회적 계급투쟁에 초점을 두었으며, 웨버는 종교 혹은 민족적 투쟁에 집중했다. 또한 마르크스는 생산 수단의 소유와 노동 계급 착취에 관심이 있는 반면, 웨버는 관료주의와 사회적 합리화에 관심이 있었다. 마르크스는 프롤레타리아트의 해방이 보장되면 사회 갈등이 사라진다고 생각했으나, 웨버는 사회 갈등은 사라지지 않는다고 생각했다. 한편 갈등의 구조에 대해서 개념적으로 접근한 학자는 로버트 럼멜로이다. 그는 기본적으로 갈등 공간, 갈등 구조 간의 상호작용 속에서 잠재적 갈등이 잉태되고, 어떠한 사건, 기대나 인식의 격차와 같은 것으로부터 갈등 상황이라는 것이 만들어진 후, 이것이 현실화되고 조정된다고 보았다(Rummel, 1976).

갈등의 원인에 대한 연구는 크게 세 가지로 나뉘 볼 수 있다. 기회비용이론, 지대이론, 다양성이론이 그것이다. 예를 들어 기회비용이론은 가계의 소득과 경제적 기회가 감소하는 경우 시민 폭동이 증가한다고 보고(Grossman 1991, Hirshleifer 1995). 지대이론에서는 자연 자원 스톡이 갈등을 일으킨다는 입장이다(Fearon 2005, Ross 2006). 그리고 신규 진입자가 등장해서 상품의 다양성과 제품 차별화 정도가 높아지면 생산성이 향상되면서 실질 소득이 증가하지만 비숙련 노동자와의 임금 격차가 심화되면서 숙련 노동자(기업가 포함)와 비숙련 노동자 사이에 갈등이 발생할 수 있다는 것이 다양성이론의 관점이다.

## 2. 통합적 갈등 지수 및 사례분석을 위한 틀

이 장에서는 기술 혁신을 더디게 하는 핵심 저해요인으로 사회적 갈등을 다룬다. 우리 사회가 신기술을 통해 혁신하려는 주체들을 보다 유연하게 받아들이고 이들이 전통적인 시장 참여자들과 공생하며 공정한 경쟁을 통해 함께 진화하기 위해서는 적절한 갈등 관리를 위한 정책 방안이 필요하다. 여기서 다루는 신규 혁신 주체와 전통적인 시장 참여자 간의 갈등은 대부분 의료, 금융, 운송 및 물류, 유통, 농수축산업 등 규제 산업이나 정부가 보조하고 보호하는 산업에서 주로 발생하는데 이들 사례에서 공통적으로 발견되는 특징은 신·구 주체간 디지털 역량과 규제의 비대칭성이 존재한다는 것이다. 신규 주체는 월등한 디지털 역량을 갖추고, 규제가 미비하거나 존재하지 않는 틈새를 공략하며 기술적, 사업적 혁신을 추진하는 반면, 전통적인 참여자들은 디지털 역량이 상대적으로 일천하고, 기존 산업의 규제를 모두 적용받고 있어 상대적으로 혁신의 가능성이 낮다. 이러한 상황에서 신규 진입자의 성과는 높아지고 전통 참여자의 노동 여건과 수익 등이 악화될수록, 이들 간의 갈등은 점차 심화되는 과정을 겪는다. 이러한 기술력과 규제의 비대칭성 속에서, 산업별 갈등의 양상이 변화해 가는 과정을 관찰하기 위해 본 연구는 기술적·거시적 환경이라 할 수 있는 ① 갈등 환경 ② 갈등구조 ③ 갈등 상황의 변화 과정 모두를 포함하고, 정부의 정책적 개입을 외생 변수로 구성하는 분석의 틀을 [그림4-1]와 같이 설계했다. 여기서 정부의 정책적 개입이란 갈등환경과 갈등 구조를 직·간접적으로 변경하여 인센티브 구조를 변화시키는 것을 의미하며, 이는 이익갈등이나 공공갈등과 같은 형태로 나타나는 갈등 상황에 영향을 줄 것으로 가정한다. 이 보고서에서는 갈등 양상을 정량적으로 파악하기 위해 뉴스 스크래핑을 통한 갈등 빈도, 강도 지수의 분석을 택했으며, 정성적으로 파악하기 위한 방법으로 신규 주체의 혁신 사례를 분석하였다.

[그림 3-1] 통합적 갈등 지수 및 사례 분석의 틀



\* 자료: 다층적 접근론, 고전적 갈등론, 제도분석틀, 갈등주기론을 통합하여 필자가 재구성

## 제2절 뉴스 데이터를 기반으로 한 산업별 갈등 지수 분석

### 1. 산업별 갈등 지수 분석

#### (1) 빅데이터를 이용한 갈등의 빈도지수와 강도지수 분석

뉴스와 같은 대용량 비정형 데이터를 활용하여 사용자가 관심을 가지는 정보를 분석하여 맥락에 맞게 의미 있는 결과를 도출하는 텍스트 마이닝은 정보수집 → 정보처리 → 정보추출 → 정보분석의 일반적인 절차(Fayyad et al. 1996)를 따른다. 이 연구에서는 2003년 12월부터 2019년 6월까지 2,081개의 뉴스 채널에서 디지털 전환 갈등 키워드와 관련된 보도 기사를 모두 크롤링하여 수집하고, 주요 산업별 갈등 사건의 빈도를 파악해 보았다. 또한, 키워드 빈도와 확산 지표(댓글, 공감) 기준으로 산업별 갈등 최대 이슈를 선정하고 갈등 강도의 변화 추이를 임만석(2014)의 틀에 따라 살펴보았다. 우선 대상 산업은 1차년도 연구(SPRi, 2019)를 기반으로 부동산, 제조, 제약/의료, 음식/농수산물축업, 운수, 유통/물류, 공공, 금융의 8대 산업으로 선정하였다.

뉴스 본문을 수집하기 위한 대상 뉴스 채널 2,081개의 목록은 별첨에 첨부하였다. 이들을 수집하기 위한 텍스트 전처리 방식은 토큰화 → 정제/정규화 → 어간 추출과 표제어 추출 → 불용어 제거의 일반적인 절차를 따랐다.

디지털 전환 갈등 키워드는 분야와 관련 이해관계자의 키워드, 디지털 전환과 관련된 기술 키워드, 갈등과 관련된 키워드의 조합으로 선정하였으며, 이러한 키워드를 포함하고 있는 총 953,626건의 뉴스 본문을 모두 수집한 후, 관련도가 낮은 가비지 데이터는 수작업으로 제거하였다.

뉴스 본문 수집과 갈등 빈도 지수를 도출하기 위해서, 실질적으로 의미 있는 단어 추출을 기반으로 하기 위한 방법론으로 TF-IDF(Term Frequency-Inverse Document Frequency) 방식을 활용했다. TF-IDF란 단어의 빈도(Term Frequency, TF)와 역 문서 빈도(Inverse Document Frequency, IDF)의 곱을 사용하여, 단어의 중요도에 가중치를 부여하는 방법이다. 문서를  $d$ , 단어를  $t$ , 문서의 총 개수를  $n$ 이라고 표현할 때, TF, DF, IDF는 다음과 같이 정의한다.

- $tf(d,t)$  : 특정 문서  $d$ 에서의 특정 단어  $t$ 의 등장 횟수로서, 각 단어  $t$ 의 등장 빈도를 의미한다.
- $df(t)$  : 특정 단어  $t$ 가 등장한 문서의 개수로, 문서에서 몇 번 등장했는지가 아니라

등장한 서로 다른 종류의 문서의 개수를 의미한다.

- $idf(d, t)$  :  $df(t)$ 에 반비례하는 수로서,  $df(t)$ 의 역수를 취하고 값의 크기를 조절하기 위해 로그, 여기서는 편의를 위해 자연 로그를 취한다.

$$idf(d, t) = \ln\left(\frac{n}{1 + df(t)}\right)$$

TF-IDF는 모든 문서에서 자주 등장하는 ‘이’, ‘저’, ‘그’ 와 같은 단어는 중요도가 낮다고 판단하며, 특정 문서에서만 자주 등장하면 중요도가 높다고 판단한다.

<표 3-1> 산업분야별 뉴스 수집 키워드 및 유효 본문수

산업분야	총 유효 본문수	키워드
부동산	285	(부동산 OR 프롭테크 OR 토지개발 OR 건설 OR 인테리어 OR 숙박 OR 상가 OR 오피스 OR 공인중개사 OR 감정평가사) AND (디지털 OR IT OR 혁신 OR 공유 OR 무인 OR 원격 OR 자동 OR 인터넷 OR 온라인) AND 갈등
제조	631	(제조 or 스마트팩토리 or 스마트홈 or 스마트폰 or 섬유 or 패션 or 기계 or 전기 or 전자 or 반도체 or 가전 or 공장) AND (디지털 or 혁신 or it) AND 갈등
제약/의료	983	(약국 or 약사 or 병원 OR 의료 or 헬스케어 or 의료기기 or 보건) and (디지털 OR IT OR 혁신 OR 공유 OR 무인 OR 원격 OR 자동 OR 인터넷 OR 온라인) and 갈등
음식/농수산물	572	(농업 or 축산 or 수산 or 스마트팜 or 식물공장 or 첨단농업 or 처방농업 or 정밀농업 or 스마트축산 or 농민 or 농가) and (디지털 OR IT OR 혁신 OR 공유 OR 무인 OR 원격 OR 자동 OR 인터넷 OR 온라인) and 갈등
운수	926	(운수 or 택시 or 카풀 or 타다 or 카셰어링 or 승차 or 지하철 or 철도 or 버스) and (디지털 OR IT OR 혁신 OR 공유 OR 무인 OR 원격 OR 자동 OR 인터넷 OR 온라인) and 갈등
유통/물류	890	(로켓 or 당일 or 신선 or 배송 or 배달 or 유통 or 물류 or 소셜 or 마트 or 커머스) and (디지털 OR IT OR 혁신 OR 공유 OR 무인 OR 원격 OR 자동 OR 인터넷 OR 온라인) and 갈등
공공	4,261	(공공 or 지자체 or 서울 or 경기 or 인천 or 대구 or 대전 or 광주 or 부산 or 세종 or 경북 or 경남 or 경상 or 전북 or 전남 or 전라 or 충청 or 충북 or 충남 or 강원 or 울산 or 제주 or 정부) and (디지털 OR IT OR 혁신 OR 공유 OR 무인 OR 원격 OR 자동 OR 인터넷 OR 온라인) and 갈등
금융	3,386	(금융 or 은행 or 보험 or 증권 or 핀테크 or 블록체인 or 인증 or 결제 or 카드 or P2P) and (디지털 OR IT OR 혁신 OR 공유 OR 무인 OR 원격 OR 자동 OR 인터넷 OR 온라인) and 갈등

다음으로, 월별 갈등 강도 지수 파악을 위해서는 표 4-1의 유효 본문 내에서 갈등 강도지수 구분 키워드와 유사어를 포함한 게시글을 추출하였다. 갈등 강도 지수 식별을 위해서는 임만석(2014)의 틀을 사용하되, 수집된 데이터 상 식별되는 연관어와 유사어를 키워드에 포함했다. 표 4-2는 월별 갈등 강도 지수를 식별하기 위한 키워드 집합과 해당 갈등 강도 수준을 나타낸다.

〈표 3-2〉 월별 갈등 강도 지수 구분 키워드

수준	설명	강도	갈등 강도 지수 구분 키워드
시작	반대/언쟁	1	기자회견;신문*기고;언쟁;반대*입장
	민원/비난기사	2	민원제기;청와대*민원;비난;대화*거부
	설명회 및 대책기구	3	설명회;공청회;대책기구;대책;민사;소송
	소규모 집회	4	시책;강행;소규모;평화시위;평화적*시위;침묵 집회
증폭	공식적 의사소통 경로 붕괴	5	퍼포먼스;단식;삭발;화형식;비폭력;집회
	비폭력/폭력적 집회시위	6	물리력;공사방해
	대규모의 폭력 집회시위	7	폭력*집회;경찰*동원;법적;사법처리;형사소송
	대규모의 폭력 집회시위(무기사용)	8	시설물;망루;점거;폭력*집회;무기;쇠파이프;진압
	부상자 발생	9	부상;폭력*총돌;자해;과격;분신
	사망자 발생	10	사망;자살
교착	이해당사자간의 절망 체념	7	총돌;갈등*지속;분쟁*지속;갈등*심화;분쟁*심화
완화	양측 총돌 감소 시작	6	감소;연행;사법*조치
	이해당사자간 대화재개	5	대화재개;재개시도;대화시도;협의체
	중재 협의기구 구성	4	공식협의;협의기구;중재;조정;기구구성
종결	집회시위 중단	3	시위*중단;대립*중단;무산
	갈등의 단기적 중단	2	갈등*와해;갈등*중단;자연*소멸;강제*중단
	합의 도달	1	합의;타협

## (2) 디지털 갈등 빈도 지수의 변화와 경제 지표의 변화

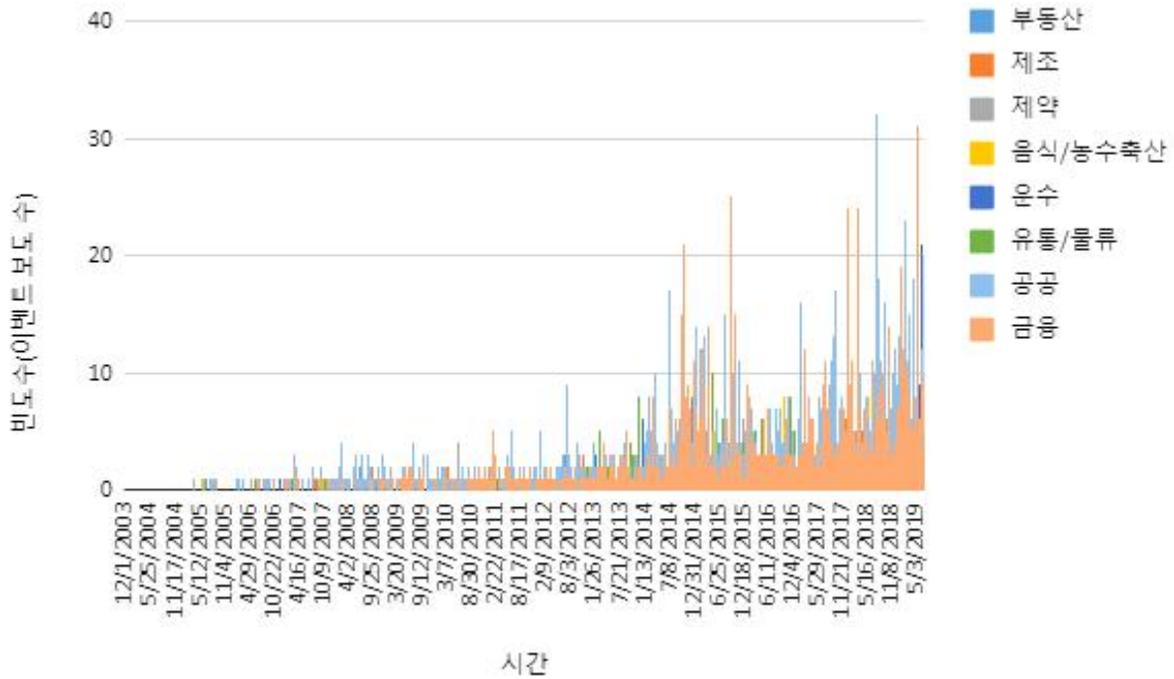
산업별, 월별 키워드 트렌드를 기반으로, 이슈화 순으로 10대 연관어를 분석해 보면 다음과 같다.

〈표 3-3〉 산업별 10대 연관어 분석

순위	부동산	제조	제약/의료	농수산물축업	운수	유통/물류	공공	금융
	관련연관어	관련연관어	관련연관어	관련연관어	관련연관어	관련연관어	관련연관어	관련연관어
1	갈등	갈등	갈등	갈등	택시	갈등	갈등	갈등
2	혁신	혁신	혁신	농업	갈등	유통	정부	혁신
3	부동산	정부	의료	혁신	카풀	통하다	혁신	금융
4	정부	디지털	정부	정부	서비스	온라인	정책	은행
5	건설	IT	원격의료	주민	택시업계	기자	의원	회장
6	문제	제조	병원	지역	정부	정부	기자	IT
7	기자	스마트폰	의료계	사업	업계	문제	대통령	디지털
8	서울	기술	문제	스마트팜	카카오	물류	서울	문제
9	말하다	통하다	추진	추진	혁신	혁신	말하다	정부
10	추진	문제	약사	문제	기자	밝히다	국민	통하다

갈등 사건의 언론 보도수를 일별, 산업별로 도출해 보면 그림 3-2와 같으며, 2013년 末 이후 본격적으로 증가하기 시작한 것을 알 수 있다.

[그림 3-2] 산업별 갈등 빈도수



2003년 12월 이후 2019년 6월 30일까지 관찰 기간 동안 집권 정부는 3번 교체되었으며, 중앙 정부 수준에서 발표한 정책과 관련된 일별 언론 보도 수는 음식/농수축산업 분야가 가장 많고 그 다음이 공공 분야이며 그 외 분야는 관찰 기간 동안 약 50번을 채 넘지 않는다.

〈표 3-4〉 중앙 정부 수준 갈등 관련 총 일별 정책 보도 수

분야	부동산	제조	제약	농수축산	운수	유통/물류	공공	금융
정책보도	19	14	51	1,303	43	30	650	42

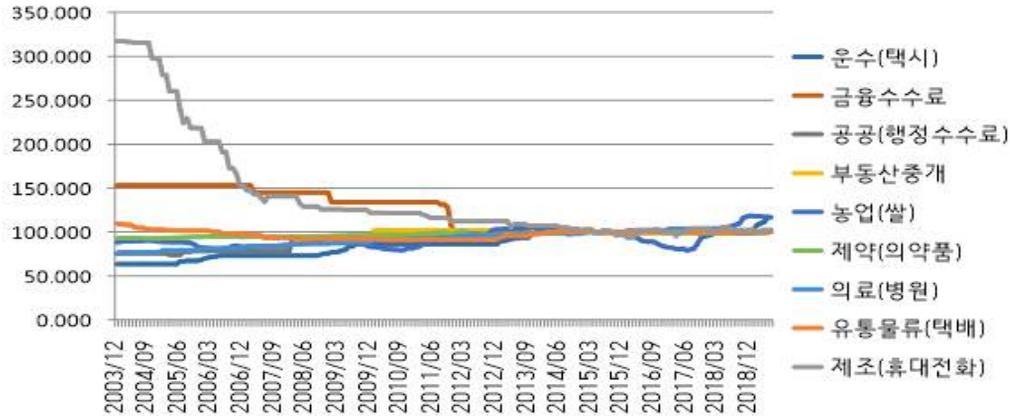
〈표 3-5〉 집권 정부와 정책 보도 식별을 위한 중앙 정부 구성 키워드

정권	해당 기간	중앙정부 구성 키워드
노무현 정권	2003.12.01~2008.02	재정경제부 or 교육인재자원부 or 과학기술부 or 통일부 or 외교통상부 or 법무부 or 국방부 or 행정자치부 or 문화관광부 or 농림부 or 산업자원부 or 정보통신부 or 보건복지부 or 환경부 or 노동부 or 여성가족부 or 건설교통부 or 해양수산부
이명박 정권	2008.03~2013.02	기획재정부 or 교육과학기술부 or 외교통상부 or 통일부 or 법무부 or 국방부 or 행정안전부 or 문화체육관광부 or 농림수산식품부 or 지식경제부 or 보건복지가족부 or 환경부 or 노동부 or 여성부 or 국토해양부
박근혜 정권	2013.03~2017.04	기획재정부 or 교육부 or 미래창조과학부 or 외교부 or 통일부 or 법무부 or 국방부 or 행정자치부 or 문화체육관광부 or 농림축산식품부 or 산업통상자원부 or 보건복지부 or 환경부 or 고용노동부 or 여성가족부 or 국토교통부 or 해양수산부
문재인 정권	2017.05~2019	기획재정부 or 교육부 or 과학기술정보통신부 or 외교부 or 통일부 or 법무부 or 국방부 or 행정안전부 or 문화체육관광부 or 농림축산식품부 or 산업통상자원부 or 보건복지부 or 환경부 or 고용노동부 or 여성가족부 or 국토교통부 or 해양수산부 or 중소벤처기업부

한편 관찰 기간<sup>14)</sup> 동안 산업별 소비자 가격 지수(Consumer Price Index, CPI)의 변화 추이를 살펴보면 다음과 같다. 금융 수수료, 휴대전화로 대표되는 제조분야 제품 가격, 부동산 중개 수수료는 하향 추세이고, 농업 분야 쌀 가격, 공공 행정 수수료, 운수분야 택시비는 상향 추세이며, 제약 분야 의약품 가격과 유통 물류 택배 수수료는 비슷한 수준이지만 병원비는 소폭 상승했다.

14) 2003년 12월 ~ 2019년 6월, 한국은행 자료

[그림 3-3] 산업별 소비자 가격 지수 변화 추이



관찰기간 내<sup>15)</sup> 산업별 노동집약도는 농업과 제조, 유통, 금융 분야가 낮아지고 있고, 운수, 부동산, 공공, 의료 분야는 답보 상태이며, 의료 분야는 오히려 소폭 증가세를 보이고 있다.

<표 3-6> 노동집약도(총종업원수(명)/생산액(백만원))

연도	농업	제조	유통	운수	금융	부동산	공공	의료
2003	0.052	0.007	0.048	0.015	0.009	0.006	0.013	0.013
2004	0.040	0.007	0.046	0.013	0.009	0.006	0.012	0.013
2005	0.041	0.006	0.043	0.013	0.009	0.007	0.012	0.013
2006	0.041	0.006	0.041	0.013	0.009	0.007	0.011	0.012
2007	0.039	0.005	0.037	0.012	0.008	0.006	0.010	0.012
2008	0.035	0.005	0.033	0.012	0.008	0.006	0.010	0.012
2009	0.032	0.004	0.031	0.012	0.007	0.006	0.011	0.013
2010	0.030	0.003	0.026	0.011	0.007	0.006	0.010	0.014
2011	0.025	0.004	0.025	0.012	0.004	0.005	0.010	0.015
2012	0.024	0.004	0.025	0.013	0.004	0.005	0.009	0.015
평균	0.0360	0.0049	0.0354	0.0126	0.0073	0.0061	0.0107	0.0131
상대수준	100%	14%	98%	35%	20%	17%	30%	37%

한편, 관찰 기간 내<sup>16)</sup> 산업의 다양성과 역동성을 엿볼 수 있는 신규 창업 기업에 관한 지표는 다음과 같이 정리할 수 있다.

<표 3-7> 산업별 신규 창업 기업 지표

	음식/ 농수축산	제조	유통	운수	금융	부동산	공공/ 교육	의료/ 제약
창업기업수 (비중)	525,097 (25.9%)	181,572 (8.9%)	537,498 (26.5%)	132,304 (6.5%)	6,394 (0.3%)	81,813 (4%)	105,753 (5.2%)	51,057 (2.5%)
고속권창업 자 비율	50.4	40.1	45.8	19.1	63.8	55	89.9	85.2

15) 2003년 12월 ~ 2012년, 생산성본부, WORLD KLEMS 자료 기준

16) 2010년 1월 ~ 2016년 12월, 중소벤처기업부(2018), 창업기업실태조사 최종보고서

### (3) 대표적 디지털 전환 갈등 사례에 대한 갈등 강도 지수의 변화 추이

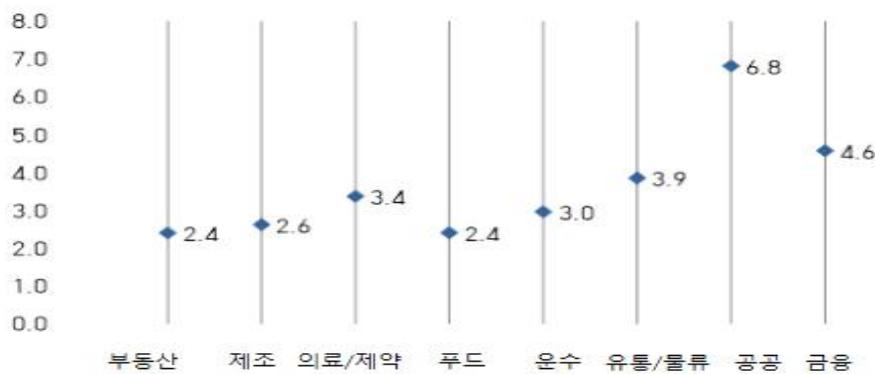
갈등 사건 보도 수와 확산 지표(댓글, 공감 수) 기준으로 각 산업별 대표 디지털 전환 갈등 사례를 도출하여 관련 이해관계자와 함께 정리해 보면 표 3-8과 같다.

<표 3-8> 산업별 대표 디지털 전환 갈등 사례

분야	이슈내용	갈등이해관계자	관련연관어	연관어 순위	빈도수
부동산	온라인중개플랫폼 A의 갑질	A-공인중개사-경쟁업체	매물	47	29
			공인중개사	61	25
			중개	71	23
			A	72	23
제조	스마트 기기 시장에서 제조사와 통신사 간의 갈등(스마트 TV 앱 서비스 접속차단 관련 갈등)	A전자 - B통신사	A전자	12	68
			A	114	25
			B통신사	115	25
			단말기	216	16
제약/의료	원격의료사업에 대한 정부와 의료계의 갈등	의사협회 - 정부	원격의료	5	271
			의료계	7	196
			의협	15	124
			시범사업	28	89
			복지부	34	81
			원격진료	66	56
음식/농수축산	스마트팜 사업 관련하여 농민과 지자체의 갈등	지자체(강원도) - 농민단체 - 대기업	스마트팜	8	120
			농민	15	88
			혁신밸리	19	74
			농민단체	204	19
			춘천	245	17
			강원도	542	9
운수	택시 업계와 승합차 공유 서비스 C와의 갈등	택시업계 - C서비스업계	택시	1	1424
			D사	61	116
			C사	65	111
			여객자동차	109	83
			차량공유	153	62
			승합차	259	40
유통/물류	대형마트 무인계산대 분쟁	노동자(노조) - 대형마트A	대형마트A	87	65
			무인	579	16
			전동킥보드	877	11
			배달	917	11
공공	세계보건기구(WHO) 게임이용장애에 질병코드를 부여하는 국제질병분류 개정안 확정	WHO,보건복지부-문체부,게임업계	복지부	603	116
			부여	813	85
			게임	902	77
			보건복지부	924	75
금융	금융위의 인프라 혁신 과정 핀테크 업체의 금융결제망 참여와수수료 조정등 세부사안에서 금융시장측 이견 발생	금융위원회 - 한국은행,금융권	핀테크	20	224
			금융결제	2347	6
			한은법	4260	3

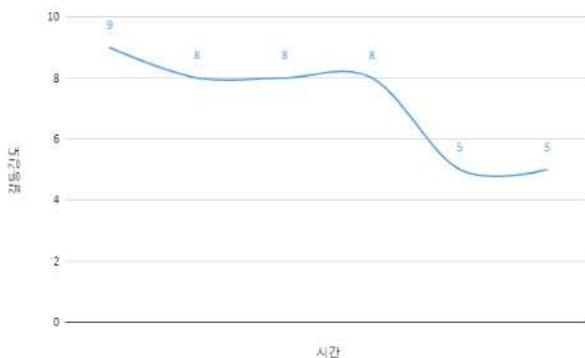
산업별, 월별 최대 갈등 강도 지수의 평균을 참고하여, 위 표에서 선정된 각 산업별 최대 갈등 이슈의 최대 갈등 강도를 살펴보면, 의료/제약 분야와 운수 분야가 갈등 강도지수가 9로 가장 명시적이고 폭력적인 사회 갈등을 겪고 있는 것으로 나타났다. 또한 갈등 강도 지수 변화 추이를 살펴보면 폭력적 갈등 사건 등으로 인해 표출된 갈등 징후와 양상의 강도가 서서히 줄어들면서 해소되는 선형적 모습이라기보다는 비선형적으로 변화하는 특징을 보이고 있고, 산업 전반적으로 시간이 지날수록 갈등 빈도수와 강도 지수는 높아지고 있다.

[그림 3-4] 산업별 월별 최대 갈등강도지수의 평균

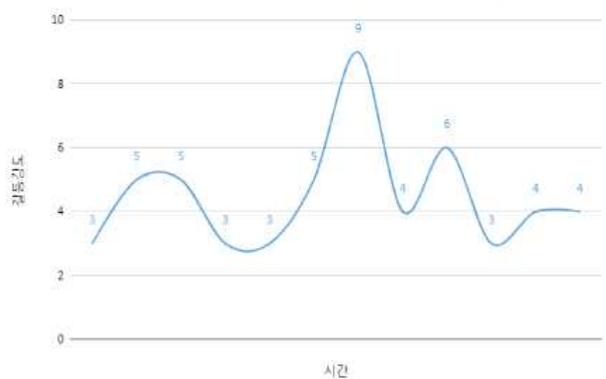


의료/제약 분야의 경우 의사협회와 정부 간 2013년~2019년 원격 의료를 둘러싸고 갈등이 빚어지고 있는데, 특히 2013년 12월, 대규모 집회에서 의협회장의 자해 소동이 있었고, 관찰 기간을 벗어난 2019년 8월에는 원격 의료 시범 사업을 41개 지역에서 추진한다는 정책이 발표되면서 갈등이 심화되고 있는 것으로 파악된다. 이에 대한 정부의 갈등 관리 방식은 일방적인 DAD(Decide-Announce-Defend) 방식을 취하고 있다.

[그림 3-5] 원격 의료 갈등 강도 변화 추이  
(2013.12월~2019.6월)



[그림 3-6] 택시-A사 갈등 강도 변화 추이  
(2018.10월~2019.6월)



한편, 택시와 스마트 모빌리티 A사의 갈등은 격화되며 2018년 12월, 2019년 1월, 2월, 5월에 A사 등에 반발한 택시 기사 4명이 차례로 분신을 시도하였고 현재 국토교통부에서 7월 17일 택시제도 개편방안을 스마트 모빌리티 플랫폼과 택시의 상생의 일환으로 발표한 상태다. 이 개편 방안은 스마트 모빌리티 플랫폼의 유형을 세 가지로 나누는데, 그 첫 번째는 플랫폼사업면허를 취득해 기여금을 납부하고 여객운송을 하거나, 두 번째는 프랜차이즈와 같은 개념의 택시운송가맹사업을 하거나, 세 번째로 택시 호출 중개 등을 통해 택시사업자와 협력하는 방식으로 여객운송 시장에 진입하는 것이다. 이는 정부가 양 측의 의견을 수렴하여 대안적 분쟁 해결(ADR, Alternative Dispute Resolution)의 한 방안을 취한 것으로 보이지만, A사 측의 합법성을 적극적으로 인정하였다기 보다는 기존 틀을 바꾸지 않는 범위 내에서 O2O 방식의 스마트 모빌리티 플랫폼을 균형 있게 포용하기 위한 접근 방식을 취했다고 볼 수 있다.

## 2. 대상 산업의 갈등 요인 기준 유형화 및 시사점

### (1) 산업별 디지털 갈등 유형 분류의 기준과 방법

산업별 디지털 갈등 유형을 분류하기 위해, 이 보고서에서는 계층적 클러스터링 방식을 사용했다. 클러스터링(군집) 분석이란 데이터의 구조를 아는 유효한 수단으로서, 그 데이터를 구성하고 있는 관측 대상이나 속성을 어떠한 기준에 의해 분류하는 기법 중 하나다. 여기서 사용하는 계층적 클러스터링 방법은 편성적 방법으로서, 그룹이 형성되어 가는 과정이 어떤 계층적인 구조를 가지며, 형성 과정에 있어서 그룹 간 유사성, 혹은 거리에 의해서 계산된다는 것을 전제로 하고 있다. 클러스터를 구성하는 기본적인 연산법은 다음 표의 4단계로 구성된다. 이와 같이 축차적으로 그룹이 형성되어 가는 과정이 계층적이기 때문에, 수상도(Dendrogram)로 표현되기도 한다.

〈표 3-9〉 계층적 클러스터링 알고리즘의 일반적인 흐름

순서	설명
순서 1	총 관측 대상 수를 N이라 한다. 관측 대상 간 유사성을 계산하는데 초기 상태로 N개의 관측 대상 각각이 하나의 그룹을 형성하고 있는 것으로 생각하여, 그룹의 개수 M은 곧 M=N이 된다.
순서 2	M개의 그룹 중에서 가장 유사성이 큰(거리가 짧은) 쌍을 구하여 그것을 하나의 그룹에 융합한다. M을 M-1으로 하여 M>1이면 다음의 순서 3으로 진행하고 그렇지 않으면 순서 4로 건너 뛴다.
순서 3	새로 만들어진 그룹과 다른 그룹과의 유사성을 계산한다. 그룹 간 유사성(혹은 거리)를 계산한 정보를 가지고 순서 2로 되돌아 간다.
순서 4	필요한 정보를 출력하고 계산을 종료한다.

\* 자료: 박노경(2009).

클러스터 형성에 있어 중요한 것은 무엇으로 클러스터를 형성하는가 라는 ‘기준’인데, 앞선 기존 연구의 흐름을 바탕으로 ①노동집약도와 산업 내 다양성의 대리 변수라 볼 수 있는 ②창업자 중 고숙련 노동자의 비중을 기준으로 8대 대상 산업을 클러스터화 해보면 다음과 같이 나뉜다. 비계층적 클러스터링(k-means) 방식과 엘보 기법<sup>17)</sup>을 조합하여 사용하더라도 동일한 클러스터 결과를 얻었다.

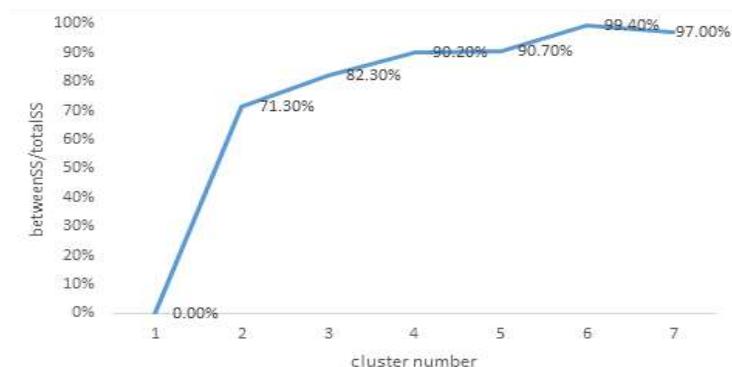
〈표 3-10〉 갈등 요인 기준 산업별 갈등 유형 클러스터링 결과

운수(노동 집약도 ↑ 다양성 ↓)	농업, 유통(노동 집약도 ↑ 다양성 ↑)
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 다양성을 무시한 일괄적인 규제로 기득권의 위치가 공고하기에 규제 갈등이 심화됨</li> <li>● 전통적으로 기술의 복잡도/누적성/전유성이 낮고 농업, 유통에 비해 시장집중도는 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 규제 갈등이 심화된 분야로서 소상공인이 많음</li> <li>● 전통적으로 기술의 복잡도/누적성/전유성이 낮으나 다양성이 지속 공급되고 있음</li> </ul>
공공, 의료/제약(노동 집약도 ↓ 다양성 ↓)	부동산, 제조, 금융(노동 집약도 ↓ 다양성 ↑)
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 정태적 규제에 비해 기술혁신 속도가 빨라 불확실성이 높아지면서 법, 제도적 대응이 미비하거나 산업정책을 공격적으로 추진하기 어려움</li> <li>● 공공성이 인정되어 정부가 개입하여 전환, 확산 사업을 적극적으로 추진</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 개별 산업별 일괄적인 기존 규제들과 충돌하고 있으나 투자도 많고 노동집약도가 낮으며 발전 속도가 빠르고 품질 조정이 많이 이루어짐</li> <li>● 공정위의 역할이 중요(하도급, 플랫폼 독점 등)</li> </ul>

산업 전반적으로 디지털 전환 갈등의 빈도와 강도는 시간이 지남에 따라 높아지고 있으며, 이들 산업을 둘러싸고 있는 랜드스케이프에서는 제 4차 산업혁명과 디지털 전

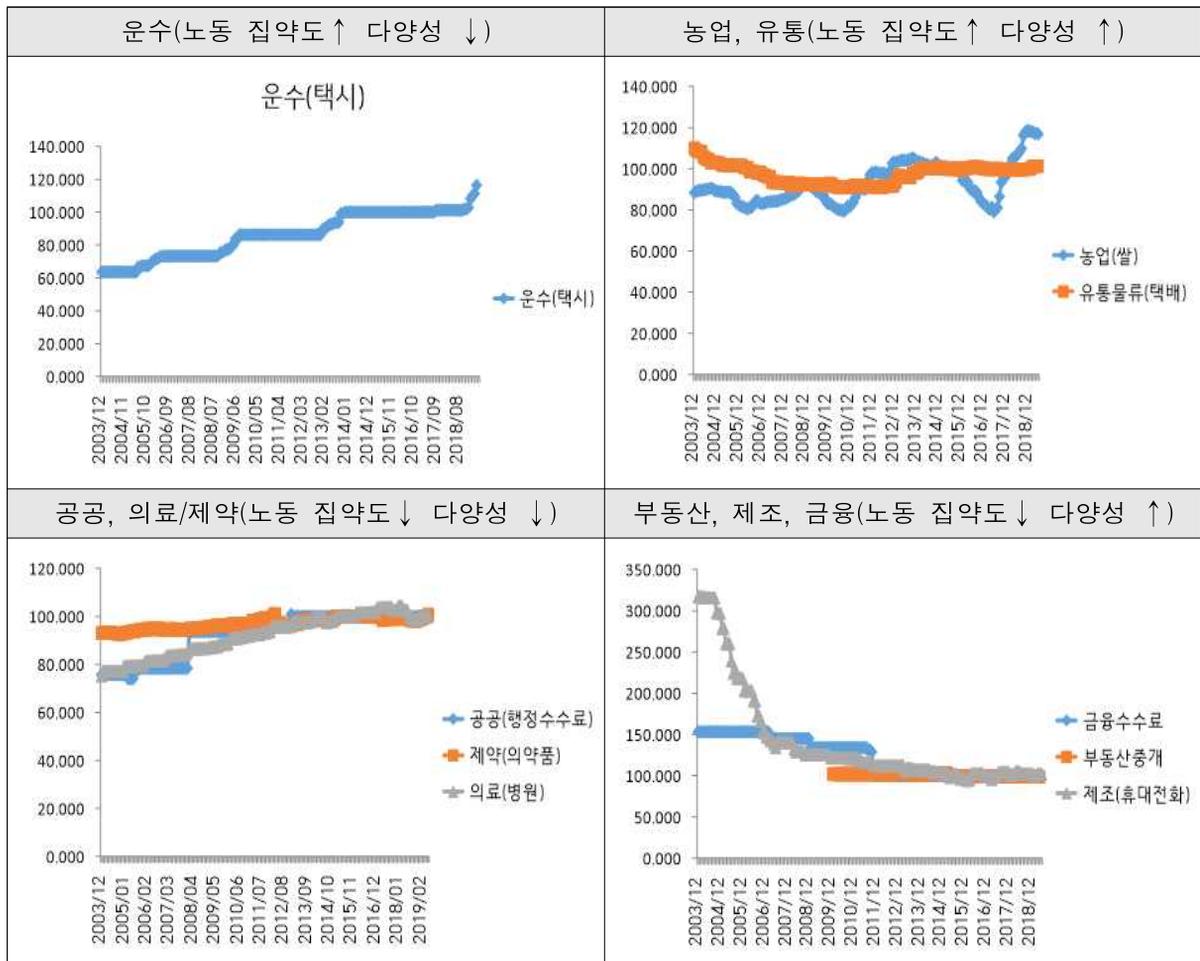
17) 최적 클러스터 개수를 결정하는데 사용되는 대표적인 방법으로서, 클러스터 내 오차제곱합의 값이 최소가 되도록 클러스터의 중심을 결정해 나가는 k-means 클러스터링 방식에서 클러스터 개수를 변화시켜 가면서 최종 계산된 오차제곱합을 그래프로 그려보면, 오차제곱합이 점점 줄어들다가 어느 순간 급격하게 줄어드는 부분이 생기는데, 그래프 모양을 보면 팔꿈치에 해당하는 바로 그 부분이 최적의 클러스터 개수가 된다.

[그림 3-7] K-means 클러스터링 시 군집간 오차제곱합/총 오차제곱합 값



환이라는 거대한 흐름으로 인해 노동집약도는 낮아지고 다양성이 높아지는 쪽으로 지속적인 압력이 유지되고 있음을 관찰할 수 있었다. 한편, 클러스터 별로 경제 지표, 특히 소비자가 체감하는 가격 지수의 변화 추이는 차이가 있다. 상대적으로 노동 집약도가 높고 다양성이 낮은 운수 분야는 랜드스케이프 상 가장 큰 압력을 받고 있음에도 불구하고, 언론 보도로 추정된 정책 발표 시점에 반응하여 단계적으로 가격이 큰 폭으로 상승하고 있다. 상대적으로 노동 집약도도 높고 다양성도 높은 농업, 유통/물류 분야는 오히려 특정 범위 안의 박스권에서 출렁이고 있다. 상대적으로 노동 집약도가 낮고 다양성이 낮은 공공, 의료/제약 분야는 가격이 완만하게 상승하고 있으며, 상대적으로 노동 집약도가 낮고 다양성이 높은 제조, 금융, 부동산 분야는 큰 폭으로 가격이 하락하는 추세를 보인다.

〈표 3-11〉 갈등 유형 클러스터 별 소비자 가격 지수의 변화 추이



종합적으로, 이와 같은 디지털 기술 발전에 따른 카테고리별, 산업별 정책 변화, 갈등 빈도 변화, 소비자 가격 지수의 변화 간 관계를 파악해 보았다. 디지털화 지수로는 IMD의 글로벌 디지털 경쟁력 지수를 활용하였다. 구조적 접근을 통해, 3단계 멀티레벨

확률 절편 모형을 다음 식에 따라 적용할 수 있었다.

$$y_{\text{갈등빈도}_{ijk}} = \beta_1 + \beta_2 \alpha_{\text{정책발표빈도}_{ijk}} + \beta_3 \alpha_{\text{디지털화지수}_{ijk}} + \beta_4 e_{ijk}$$

특정 갈등 유형 클러스터 k에 속한 산업 j의 시간 i(18)에 따른 갈등발생 빈도 관측치에 대해 적용하였으며,  $\alpha_{\text{정책발표빈도}_{ijk}}$ 는 특정 시점 i의 갈등 유형 클러스터 k에 속한 산업 j의 정책발표 빈도에 대한 확률절편,  $\alpha_{\text{디지털화지수}_{ijk}}$ 는 특정 시점 i의 갈등 유형 클러스터 k에 속한 산업 j의 디지털화 지수에 대한 확률절편이다. 교차 레벨의 확률효과끼리는 모두 서로 상관관계가 없다고 가정한다.

실제로 같은 클러스터 내 다른 산업 간 갈등 빈도 간의 상관 계수는  $7.22 \times e^{-13}$ 로 매우 낮으며, 같은 클러스터 내 같은 산업에서의 갈등 빈도의 상관계수는 0.587로 중간 수준의 상관관계를 보이고 있다. 위의 수식을 적용했을 때에는 다음 표 4-13과 같은 결과가 도출된다.

산업별 갈등 빈도 데이터에 대해 최대우도 기반 다항식 모형을 적용하면, 다음과 같은 결과가 도출된다.

<표 3-12> 갈등 빈도 데이터에 대한 다항식 다중 수준 성장 모형 결과

Model 1	MLE Polynomial Multi-level Growth Model		
	Est	(SE)	P> z
$\beta_1$ [_cons]	-14.40603	5.514464	0.009(***)
$\beta_2$ [정책발표빈도]	0.41142	0.075230	0.000(***)
$\beta_3$ [디지털화지수]	1.50838	0.197456	0.000(***)
Log likelihood	-1804.8102		
Wald chi2(2)	86.61		
Prob > chi2	0.0000		
LR Test vs Linear Model	chi2(2) = 367.95(0.0000)***		
유의수준	p < 0.1 *, p < 0.05 **, p < 0.01 ***		

여기서 우리는 같은 기간 디지털화지수가 높고, 정책 발표 빈도가 높으면 클러스터별, 산업별 갈등 빈도가 높음을 알 수 있다.

한편, 정책발표 빈도 데이터에 대해 다음과 같은 다항식 모형을 적용할 수 있다.

$$y_{\text{정책발표빈도}_{ijk}} = \beta_1 + \beta_2 \alpha_{\text{갈등발생빈도}_{ijk}} + \beta_3 \alpha_{\text{디지털화지수}_{ijk}} + \beta_4 e_{ijk}$$

특정 갈등 유형 클러스터 k에 속한 산업 j의 시간 i(19)에 따른 정책발표 빈도 관측치에 대해 적용하였으며,  $\alpha_{\text{갈등발생빈도}_{ijk}}$ 는 특정 시점 i의 갈등 유형 클러스터 k에 속한 산

18) 2013년~2017년의 60개월 간 각 산업에 대한 월별 관측치

19) 2013년~2017년의 60개월 간 각 산업에 대한 월별 관측치

업 j의 갈등발생 빈도에 대한 확률절편,  $\alpha_{\text{디지털화지수}_{ijk}}$ 는 특정 시점 i의 갈등 유형 클러스터 k에 속한 산업 j의 디지털화 지수에 대한 확률절편이다. 교차 레벨의 확률효과끼리는 모두 서로 상관관계가 없다고 가정한다.

같은 클러스터 내 다른 산업 간 갈등 빈도 간의 상관 계수는  $3.64 \times e^{-13}$ 로 매우 낮으며, 같은 클러스터 내 같은 산업에서의 갈등 빈도의 상관계수는 0.119로 매우 낮은 수준의 상관관계를 보이고 있다. 위의 수식을 적용했을 때에는 다음 표 4-13과 같은 결과가 도출된다.

산업별 정책발표 빈도 데이터에 대해 최대우도 기반 다항식 모형을 적용하면, 다음과 같은 결과가 도출된다.

〈표 3-13〉 정책발표 빈도 데이터에 대한 다항식 다중 수준 성장 모형 결과

Model 2	MLE Polynomial Multi-level Growth Model		
	Est	(SE)	P> z
$\beta_1$ [_cons]	4.652006	2.262271	0.040(**)
$\beta_2$ [갈등발생빈도]	0.144551	0.024479	0.000(***)
$\beta_3$ [디지털화지수]	-0.266733	0.122621	0.030(**)
Log likelihood	-1545.0793		
Wald chi2(2)	35.06		
Prob > chi2	0.0000		
LR Test vs Linear Model	chi2(2) = 42.88(0.000)***		
유의수준	p < 0.1 *, p < 0.05 **, p < 0.01 ***		

여기서 우리는 같은 기간 디지털화 지수가 낮으면 정책 발표 빈도가 높고, 갈등 발생 빈도가 높으면 클러스터별, 산업별 정책 발표 빈도가 높음을 알 수 있다.

역시, 소비자가격지수 데이터에 대해 다음 수식의 다항식 모형을 적용할 수 있다. 특정 갈등 유형 클러스터 k에 속한 산업 j의 시간 i<sup>20)</sup>에 따른 관측치에 대해 적용하였으며,  $\alpha_{\text{정책발표빈도}_{ijk}}$ 는 특정 시점 i의 갈등 유형 클러스터 k에 속한 산업 j의 정책발표 빈도에 대한 확률절편,  $\alpha_{\text{갈등발생빈도}_{ijk}}$ 는 특정 시점 i의 갈등 유형 클러스터 k에 속한 산업 j의 갈등발생 빈도에 대한 확률절편이다.  $\alpha_{\text{디지털화지수}_{ijk}}$ 는 특정 시점 i의 갈등 유형 클러스터 k에 속한 산업 j의 디지털화 지수에 대한 확률절편이다. 교차 레벨의 확률효과끼리는 모두 서로 상관관계가 없다고 가정한다.

$$y_{\text{소비가격지수}_{ijk}} = \beta_1 + \beta_2 \alpha_{\text{정책발표빈도}_{ijk}} + \beta_3 \alpha_{\text{갈등발생빈도}_{ijk}} + \beta_4 \alpha_{\text{디지털화지수}_{ijk}} + \beta_5 e_{ijk}$$

실제로 같은 클러스터 내 다른 산업 간 소비자 가격 지수 간의 상관 계수는 0.0594로 매우 낮으며, 같은 클러스터 내 같은 산업에서의 소비자 가격 지수의 상관계수 또

20) 2013년~2017년의 60개월 간 각 산업에 대한 월별 관측치

한 0.2093으로 매우 낮다. 위와 같은 수식을 적용했을 때에는 다음 표 4-13과 같은 결과가 도출된다.

〈표 3-14〉 소비자 가격 지수 데이터에 대한 다항식 다중 수준 성장 모형 결과

Model 3	MLE Polynomial Multi-level Growth Model		
	Est	(SE)	P> z
$\beta_1$ [_cons]	98.222	(1.508)	0.000***
$\beta_2$ [정책발표빈도]	0.073	(0.028)	0.009***
$\beta_3$ [갈등발생빈도]	-0.024	(0.016)	0.134
$\beta_4$ [디지털화지수]	0.090	(0.075)	0.230
Log likelihood	-1309.2218		
Wald chi2(2)	8.16		
Prob > chi2	0.0428		
LR Test vs Linear Model	chi2(2) = 87.78(0.0000)***		
유의수준	p < 0.1 *, p < 0.05 **, p < 0.001 ***		

여기서 우리는 같은 기간 정책발표 빈도가 높은 경우, 클러스터별, 산업별 소비자가 격지수가 높음을 알 수 있다.

## (2) 유형별 대응 전략과 시사점

다각도의 최대우도 기반 다항식 멀티레벨 모형을 상정하고 분석한 결과, 같은 기간 디지털 전환 지수가 낮고 갈등 발생 빈도가 높으면 정책 발표 빈도가 높고, 디지털 전환 지수가 높는데 정책 발표 빈도가 높으면 오히려 갈등 발생 빈도가 높으며, 정책 발표 빈도가 높으면 소비자 가격 지수도 높다고 정리할 수 있다. 이와 같은 결과에 따르면 디지털 전환이 더디고 갈등 발생 빈도가 높으면 정책 발표 빈도도 높고, 소비자 가격 지수도 높을 것이라 추론된다. 그러나 디지털 전환이 빠른 경우 정책 발표가 잦으면 오히려 갈등 발생 빈도도 높다.

최근 갈등 강도가 급격하게 높아진 운수와 의료/제약 분야는 디지털 전환이 더딜 뿐 아니라 모두 다양성이 낮은 편으로, 디지털 전환이 진행되면서 다양성이 높아지는 쪽으로 압력을 받고 있는 것으로 관찰된다. 또한 다양성이 낮다 보니 갈등 지표 뿐 아니라 소비자 가격 지수도 상승하고 있는 것으로 파악된다. 정부 정책 또한 소비자 편익을 중점적으로 고려하기보다는 사업자 중심의 정책 의견 수렴과 개선이 이루어지고 있다.

장기적으로 소비자 편익을 높이고 기술 혁신을 달성하면서도 경제 민주화를 실현하기 위해서는 이해관계자의 범위와 상황에 맞는 정책 방향을 도출할 필요가 있다. 다양성이 낮은 운수, 의료/제약과 같은 분야는 면허, 총량, 요금, 또는 인증과 같은 제반

진입 규제를 개선할 필요가 있다. 또한 기존 사업자에 보조금을 지급하거나 혁신가에게 세제 혜택이나 보험 수가를 지급하는 등 큰 틀에서 혁신을 하기 위한 인센티브를 제공할 필요도 있다. 한편, 노동 집약도가 매우 높고 영세성이 두드러지는 농업/유통 등의 분야는 정부 주도 R&D나 확산 사업과 복지, 분배 정책을 병행할 필요도 있다. 제조, 금융 등의 분야는 공정 시장 정책에 방점을 두고, 거래 관행 관리 감독의 범위를 넓힐 필요도 있다.

### 제3절 신규 사업자의 유형별 사례 분석 : 스마트 모빌리티(O2O)

#### 1. 상생형 니치 : A사

모빌리티 시장은 완전히 민간에 맡긴다거나 산업정책으로만 풀 수 없는 공공성이 있는 규제 기반 시장이며, 따라서 택시와 상생하는, 택시를 잘 아는 플랫폼 브랜드 택시로 자리매김 하면서 환경오염, 교통 혼잡 등을 함께 해결하고 차별화된 이동성을 보장하는 것이 A사의 목표라고 할 수 있다. 차량, 승객, 드라이버 모두 모니터링이 가능한 IT기반 통합 관제 배차 시스템 뿐 아니라 부가서비스형 앱과 즉시 호출형 앱을 연계하고, 브랜드를 입혀 기존 택시 업계와 파트너십을 강화함으로써 수익모델을 다각화하고 지속적이고 차별적인 소비자 풀을 공급하는 형태의 비즈니스 모델을 갖고 있다.

부가서비스형 앱은 예약서비스, 여성전용 서비스, 임산부 케어 서비스, 자녀 안전 통학 및 귀가 서비스, 지정시간 탄력 요금 적용을 통한 해피 아워 운행 서비스, 외국인에게 관광 및 외국어 지원 특화 서비스, 특별한 날 이벤트 서비스 제공, 부모님이나 특정 고객을 위한 제 3자 서비스, 의료 관광을 위한 프라이버시 존중을 위한 목적형 서비스 제공 등 포트폴리오가 다양하며, 운행 경로에 대한 기본 요금에 부가서비스에 대한 요금을 결합하여 수익모델 다각화를 추구하고 있다.

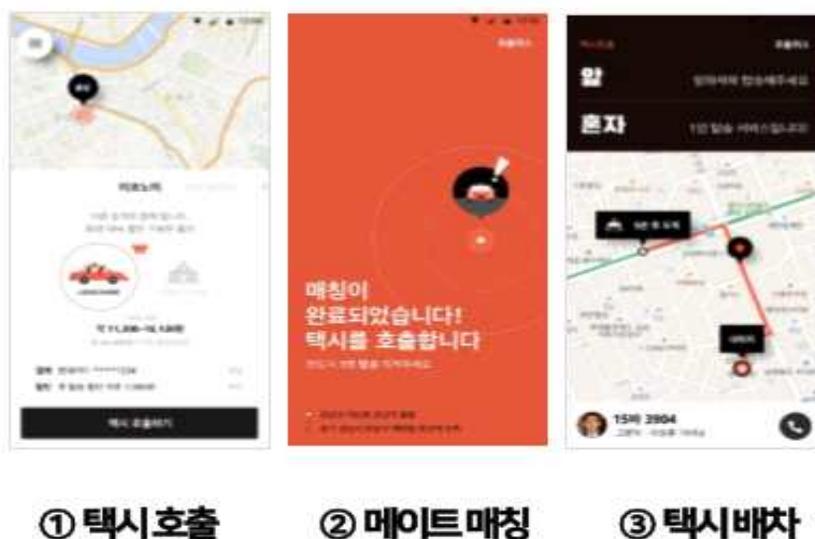
한편 한국 모빌리티의 방향성은 택시 중심의 모빌리티 혁신으로 가닥을 잡았고, 면허권 내 사업만 인정하는 것으로 보인다. 즉, 여객운송사업 면허 총량제를 도입하고 비 면허 사업권자의 유상운송행위를 금지하며, 플랫폼 택시 관련 규제를 대폭 완화하는 것인데, 택시 가맹 운송 사업 관련 총족 조건을 하향 조정하고 플랫폼 택시를 중심으로 모빌리티 서비스의 제도권 내 편입을 시키는 것으로 파악된다. 혁신도 경쟁도 불

가능했던 기존의 국내 택시 업계에 브랜드를 입혀, 가격과 품질의 차별화가 가능토록 하여 식별가능한 프랜차이즈형 브랜드 플랫폼 택시로 거듭날 수 있도록 하면서 택시 친화적인 플랫폼 택시로 자리매김하는 전략을 추진하고 있다. 택시 사업자는 모두 가맹 계약 대상으로, 소비자 뿐 아니라 개인택시 사업자와 법인택시 사업자는 모두 A사의 고객이다. 가맹 택시 뿐 아니라 직영 택시도 보유 중인 상태이다. 타 스마트 모빌리티 플랫폼과도 선의의 경쟁 구도를 이끌어나가고 있다.

## 2. 실험적 니치 : B사

B사는 승객과 택시의 상생 모델로서, 같은 방향 승객들에게 자발적 동승을 중개하는 택시 승차 공유 플랫폼을 출시하였다. 이는 모빌리티 분야 최초로 ICT 규제 샌드박스 실증특례사업 승인을 받아 운영된다는 점에서 주목할 만하다. 실증특례를 통과한 이 플랫폼은 승객 한명이 앱에서 택시 동승을 요청하면, 이동 경로가 70% 이상 같은 다른 승객 한명과 연결된 뒤 택시를 불러주는 서비스다. 승객들은 앱을 통해 배정된 앞 또는 뒷좌석에 탄다. 요금은 절반보다 약간 많은 금액을, 승객이 각각 지불한다. 해당 서비스는 서울시 택시에 한해, 오후 10시부터 오전 4시까지 운영된다.

[그림 3-8] B사 플랫폼 승객 호출 화면



B사의 이 서비스는 지난 5월 9일 제3차 ICT 규제샌드박스 심의위원회 때 보류됐다. 해당 서비스가 택시발전법에서 금지하는 ‘택시 합승’으로 해석될 여지가 있었기 때문이었다. 그 후 관계 부처간 추가 검토를 진행해 7월 11일 열린 제4차 ICT 규제샌드

박스 심의위원회에서 2년의 특례 기간을 부여하여 통과시켰다.

과기정통부는 심야시간 승차난 해소 취지에 맞게 출발지를 심야 승차난이 심한 특정 지역으로 한정(강남·서초, 종로·중구, 마포·용산, 영등포·구로, 성동·광진, 동작·관악)하고 사업 개시 전에 승객의 안전성 담보를 위한 체계 구축, 불법행위 방지 및 관리 방안 마련 등을 조건으로 달아 서울시 택시에 한정해 실증특례를 부여하기로 했다.

그리하여 B사는 본인 실명 인증이나 신용카드 인증을 통한 신원 확인, 동성 매칭 옵션을 제공하고 좌석 지정제와 동승 전용 보험 운영을 추진하고 있다. 또한, 매칭 과정에서 기사는 개입할 수 없으며, 호출 기반의 배차로 도로에서의 합승 영업은 불가능하다. 또한 플랫폼에서 등록된 카드로 요금을 자동 분할 결제함으로써 최적 이동 경로를 분석해 경로 관련 시비도 차단하는 형태로 문제를 해결하고 있다.

### 3. 상생형 혁신을 위한 필요조건

제 4차 산업혁명 시대에도 택시사업자자격은 필요하다. 그들은 보험료를 납부하는 등 다양한 규제를 받으면서 발전해 왔는데, 신규 진입자들은 탈법적인 요소를 활용하거나, 진입비용을 지불하지 않고 사업을 시작하는 경우도 많아, 환경오염이나 교통혼잡, 안전사고 발생 경감 등의 공공성을 보장하지 못한다. 요금 자율화는 필요하다. 급격하게가 아니라, 점진적으로 개선될 필요가 있다. 여객운수업법 관련 규제는 과도한 측면이 있다. 이를테면 디자인적 규제 하나만 보더라도, 택시 번호판의 색깔과 폰트, 택시 외관의 등 색깔, 안내문구 폰트 등 하나 하나가 차별화된 품질을 보여줄 수 있는 식별가능성을 애초에 차단하는 규제들이다. 모든 사업자가 공정 경쟁을 하기 위해 필요한 것은 최소한의 공통규제, 포용적 규제이다.

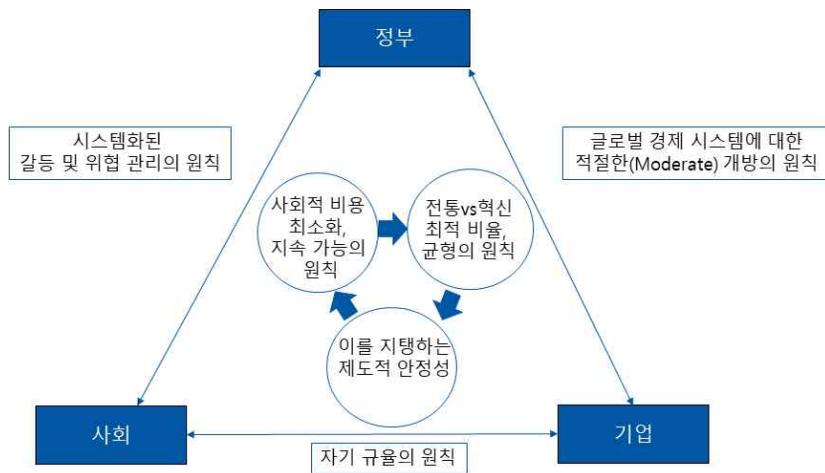
## 제4절 갈등 관리를 위한 거버넌스 전략 수립과 시사점

### 1. 제도, 정책의 개선을 통한 점진적인 혁신 추진 방안

갈등은 사회가 진화하는 과정에 필연적으로 발생하는 현상이지만 갈등이 심화됨으로써 기술, 사회 혁신과 신산업의 성장이 지체되기도 한다. 이는 사회적 자본 축적, 제도와 정책 개선 등 기술외적 요인들이 기술혁신의 안정적 추동을 위해 중요하다는 점과 지속적이고 효과적인 혁신을 위해서는 시스템화된 산업별 갈등 관리제도의 도입이 필요하다는 점을 시사한다. 또한 장기적으로는 다양성을 높이고, 이해 관계자의 범위와 상황에 맞는 갈등 관리 방식(DAD, ADR 등)을 적용할 수 있는 의사결정 매뉴얼 마련도 필요해 보인다.

Bogoviz et al.(2019)이 제시한 갈등 관리 사회 경제적 시스템은 정부, 기업, 사회가 상호작용하는 데 있어 균형의 원칙을 강조하고 사회적 비용을 최소화함으로써 지속 가능할 수 있도록 안정적인 제도가 뒷받침되어야 함을 강조하고 있다.

[그림 3-9] 갈등 관리 사회 경제 시스템



자료: Bogoviz et al.(2019)

### 2. 미래 사회 갈등 관리 정책을 위한 거버넌스 체계와 역할

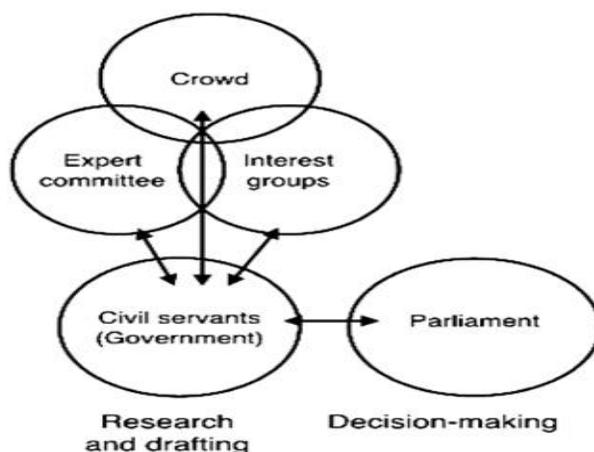
다양한 산업이 서로 융합되고 경계가 희미해지는 디지털 전환 시대에는 범부처 협업을 통한 개선이 필요한 경우가 대부분이다. 규제 개혁은 하나의 부처나 법령에 대한 정비가 아니라 여러 부처와 법령을 동시에 종합적으로 정비하는 방식의 새로운 접근

이 요구된다. 예를 들면 목장형 유가공업이나 농장형 주류제조업과 같은 농업의 6차 산업화에 의한 새로운 산업의 창출이 가능하려면 부수적인 규제를 제외하고도 기본적으로 농지법, 식품위생법, 축산물위생관리법, 주세법 등이 동시에 정비되어야 가능하다. 농업의 6차 산업화에 관한 애로규제 연구에 의하면 6차 산업화 관련 규제는 15개 부처의 41개 법령이 관련되어, 통합적인 규제정비가 시급함에도 쉽지는 않은 실정이다.<sup>21)</sup>

이를 위해, 대통령 직속 디지털 전환 총괄 조직인 디지털혁신청을 대통령 비서실 아래 신설하고, 디지털 전환 갈등을 포함한 예산, 정책, 제도, 기술 등의 제반 사항을 관장할 필요도 있다(SPRi, 2016). 디지털 전환 갈등과 규제 정비와 관련한 안전을 디지털 혁신청에서 발굴하고, (가칭) 디지털국가혁신위원회에 상정하여, (가칭) 디지털혁신보좌관이 이를 총괄조정하고 대통령이 안전을 결재하는 방식으로 운영하는 것을 제안해 본다.

한편, 규제 개선의 수용도를 높이고 일반 대중을 포함한 전사회적 편익을 고려하기 위한 대국민 소통 방식에서는 이해 관계자 그룹과 전문가 그룹, 집단 지성의 상호작용을 촉진하기 위해 집단지성을 활용하는 숙의 방식의 채택을 고려해 볼 수 있다. 광화문1번가 등과는 차별적인 숙의 형태로서 다양한 그룹이 동시에 상호작용하는 구도를 맞추는 것이 핵심 포인트이다.

[그림 3-10] 집단 지성의 숙의 과정을 통한 소통 체계의 개선



자료: Aitamurto and Landemore(2016)

21) 미디어파인(2017.07.30), 「융·복합 시대의 규제개혁, 추진방식의 변화가 필요하다 [류충렬 칼럼]」.

## 제4장 디지털 전환과 정부의 역할 : 정책 시뮬레이션

### 제1절 사회기술시스템 전환론과 시뮬레이션 방법론의 접목

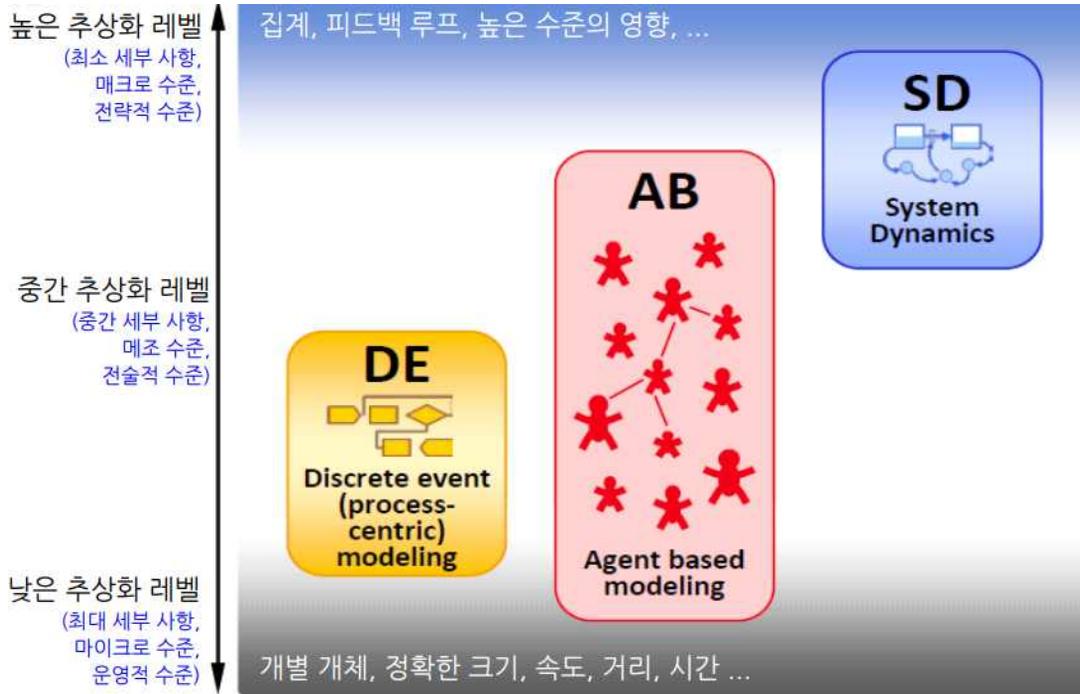
#### 1. 시뮬레이션 및 모델링 방법론

디지털 전환에는 신산업과 기존 산업계가 참여하고, 여기에 소비자와 협·단체가 함께 영향을 미치는 연결과 상호작용이 활발히 일어나는 분야이다. 이러한 상호작용이 누적적으로 일어나며 여러 동적 변화를 일으키기 때문에 개인의 인지 능력으로는 파악하기에 어려움이 존재한다. 다시 말해 사회기술시스템의 전환의 과정과, 체제의 사회적 기술적 요인들이 서로 어떻게 영향을 미치는지 그리고 이 영향이 누적되면서 나타나는 변화의 메커니즘을 이해한다는 것은 체계적인 추론능력(systematic inference capability)이 필요하다. 이러한 체계적인 추론을 위해서 모델링과 시뮬레이션이 활발하게 활용되고 있으며, 이 방법론들은 역으로 사회기술시스템 전환의 이해를 넓히고 동시에 신뢰도를 향상시킬 수 있는 주요한 기법이라 할 수 있다.

특히, 귀납법이나 연역법이 가지는 기존의 방법과 다르게 시뮬레이션은 과거에 발생한 전환을 살펴보는 역류적(retroductive) 관점에서 사례 연구와 함께 사용될 때 이해와 신뢰를 높이는데 기여할 수 있다. 여기서 역류(reduction)란 관찰되지 않은 미래의 상황을 현존하는 지식과 정보에 근거하여 형성하는 것으로 역류적 관점이란 사회기술 전환 연구에 대한 맥락과 유사하며 귀납법이나 연역법과 다르게 비선형적 상호작용을 설명하기에 적합하다. 또한 시뮬레이션 방법론은 실제 세계에 큰 영향을 미칠 수 있는 정책의 영향을 직접 예측하면서 장기적인 관점에서 당면한 문제를 해결할 정책 구축의 과정에 도움이 된다고 할 수 있다.

시뮬레이션 방법론은 추상화의 정도에 따라 추상화 수준이 높은 방법인 시스템 다이내믹스(System Dynamics), 중간 정도의 추상화 수준을 하는 행위자 기반 모델링(Agent Based Modeling), 비교적 현실과 유사한 낮은 추상화 수준을 모델링하는 이산사건모델링(Discrete Event Modeling)으로 나눌 수 있다. 이 중 시스템 다이내믹스 방법은 다층적 관점이 지향하는 중범위 이론을 표현하는데 적합하다는 특성을 보이기 때문에 사회기술시스템 전환을 분석하는데 적합한 모델링 방법이라 할 수 있다.

[그림 4-1] 모델링 방법론과 추상화 수준



자료 : 애니로직(Anylogic) 소개자료

## 2. 시스템다이나믹스 방법론

### (1) 시스템 다이나믹스의 기본 메커니즘 : 피드백 구조

시스템 다이나믹스란 시스템의 동적인 특성과 행태를 연구하는 접근법으로, 생태계 내부 행위자의 의사결정과 구조, 정책, 시간지연 등의 상호작용을 시스템화하는 방법론이다(Forrester, 1961). 여기서 시스템은 피드백 루프(feedback loops)라는 구조를 가지며, 동태적 행태유형(dynamic pattern of behavior)을 가진다는 특성이 있다.

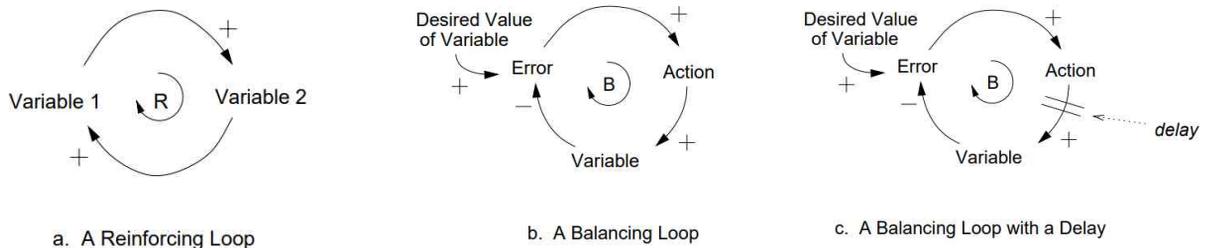
시스템 다이나믹스는 피드백 효과에 대한 직관을 바탕으로 한 시스템 사고(systems thinking)를 통해 인과지도(causal loop) 설계가 중요한데, 여기서 시스템 사고(system thinking)는 피드백 사고, 동태적 사고, 사실적 사고의 상호작용을 통해 구성된다(문태훈, 2002).

〈표 4-1〉 시스템 사고의 구성

구성	내용
동태적 사고(Dynamic thinking)	시간의 변화에 따른 시스템의 동태적 변화에 초점을 두고 이해하는 사고방식
피드백 사고(feedback thinking)	내부순환적 환류체계(closed loop thinking, circular feedback system)를 시스템의 핵심 작동 메커니즘으로 인지하는 사고방식
사실적 사고(operational thinking)	시스템의 요소와 관계성을 직시하여 이해하는 사고방식

시스템 사고는 현상의 패턴(continuous patterns)을 파악하고, 피드백 분석(endogenous feedback loops)을 통해 정책 지렛대(policy leverage)를 찾는 과정으로 양의 피드백 루프와 음의 피드백 루프로 구분(Sternman, 2000)할 수 있다. 먼저 양의 피드백 루프(positive feedback loop)는 강화 루프(reinforcing loop)로도 불리며, 현재 시스템이 가속화되거나, 때로는 악순환이 반복될 가능성이 있는 피드백 구조라는 특성으로, 한 방향을 극단적으로 강화하는 속성이 존재한다. 다음으로 음의 피드백 루프(negative feedback loop)는 균형 루프(balancing loop)로, 목표지향형 피드백(goal seeking feedback), 안정화 피드백 루프(stabilizing feedback)로 불리며 시스템이 균형을 지향하여 변화에 대해 저항적이며 시스템의 안정시키는 역할을 한다. 시간지연이 있는 균형 피드백 루프(balancing loop with a delay)는 지연효과를 통해 시스템의 행태가 균형점으로 수렴하지 못하게 하며, 시스템 내에서 양과 음의 피드백 루프가 반복되어 S형 곡선을 그리게 되는 특징을 지닌다.

[그림 4-2] 시스템 다이내믹스의 피드백 효과



자료: Carroll et al.(2019)

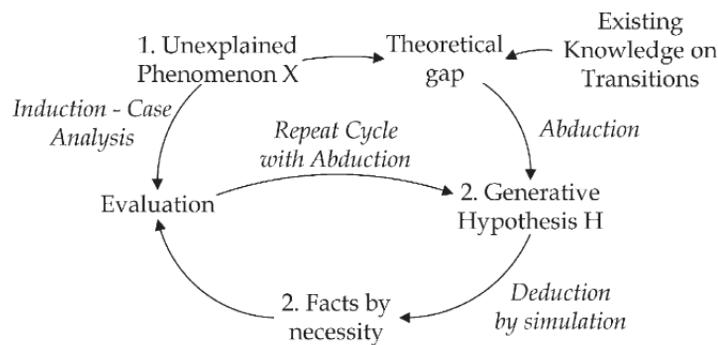
Danermark et al. (2002)는 역류적 추론 관점에서 시스템 사고를 다음과 같은 세 가지 단계로 설명하고 있다. 첫 번째는 Identification and characterization of the transition phenomenon으로 시스템 전이에서 서사구조를 개발하기 위해 체제 전환과

같은 전이 과정의 특성을 파악하고 인지하는 단계이다. 이 단계에서는 질적연구(역사적 발견, 전문가 인터뷰 등)과 양적연구(시계열 자료)를 동시에 활용하게 된다.

두 번째 단계는 Conjecturing generative mechanisms이다. 이 단계에서는 파악한 전이 현상을 구조화하기 위하여 가설 개발을 통해 생성 메커니즘(generative mechanism)을 설계하는 과정으로, 시스템 다이내믹스의 인과관계지도를 그리는 과정과 유사하다고 할 수 있다.

마지막 단계는 Modeling of system structure and simulation으로, 설계된 가설들을 모델화하기 위하여 시스템 다이내믹스 모델을 구현하는 단계이다. 이를 그림으로 나타내면 다음 그림과 같다.

[그림 4-3] 역류적 추론 관점에서 바라 본 피드백 구조

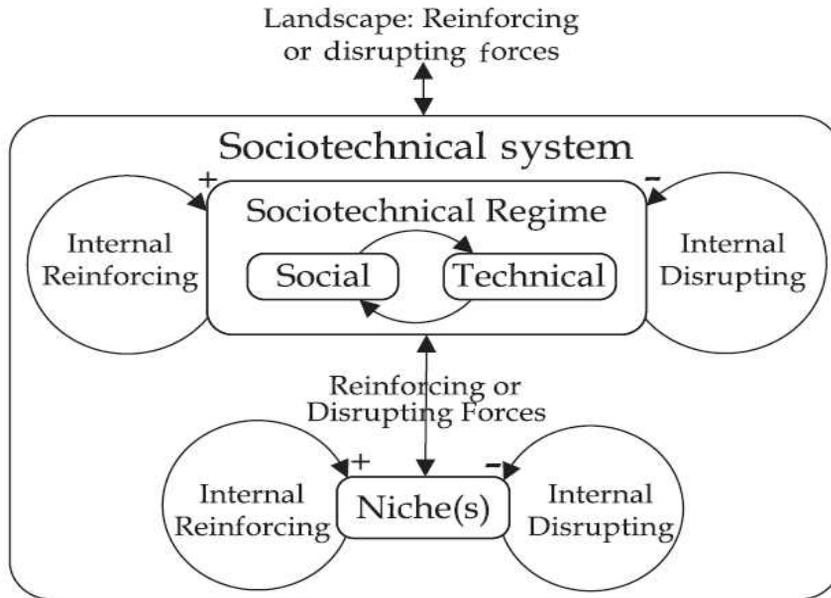


자료: Papachristos and Adamides, 2016

## (2) 시스템다이내믹스 모델의 사회기술시스템 전환론에 적용

사회기술 시스템(Sociotechnical system)은 사회기술 레짐(Sociotechnical Regime), 니치(Niche)로 구성되어 있으며 이 레짐은 내부적인 강화 패턴(Internal Reinforcing)과 내부적 교란(Internal Disrupting)으로 영향을 받는다. 이 두 패턴은 레짐과의 상호작용을 통해 지속적으로 변화하며, 지속적 변화를 통해 동적 균형(dynamic stability)를 형성하게 된다. 니치도 이와 마찬가지로 두 패턴이 상호작용하는 동일한 메커니즘을 반복하게 된다. 여기서 다층적 관점에서 각 전이로의 경로에서 발생하는 상호작용이란 양의 피드백과 음의 피드백 루프의 특성과 유사하다.

[그림 4-4] 체제 안정화를 위한 강화와 교란 패턴의 상호작용



자료: Papachristos(2014)

시스템다이내믹스를 사회기술시스템의 전환론에 적용한 대표적인 연구는 Papachristos & Adamides (2016)의 연구이다. 이 연구에서는 기능성 식품 산업을 대상으로 분석했다.

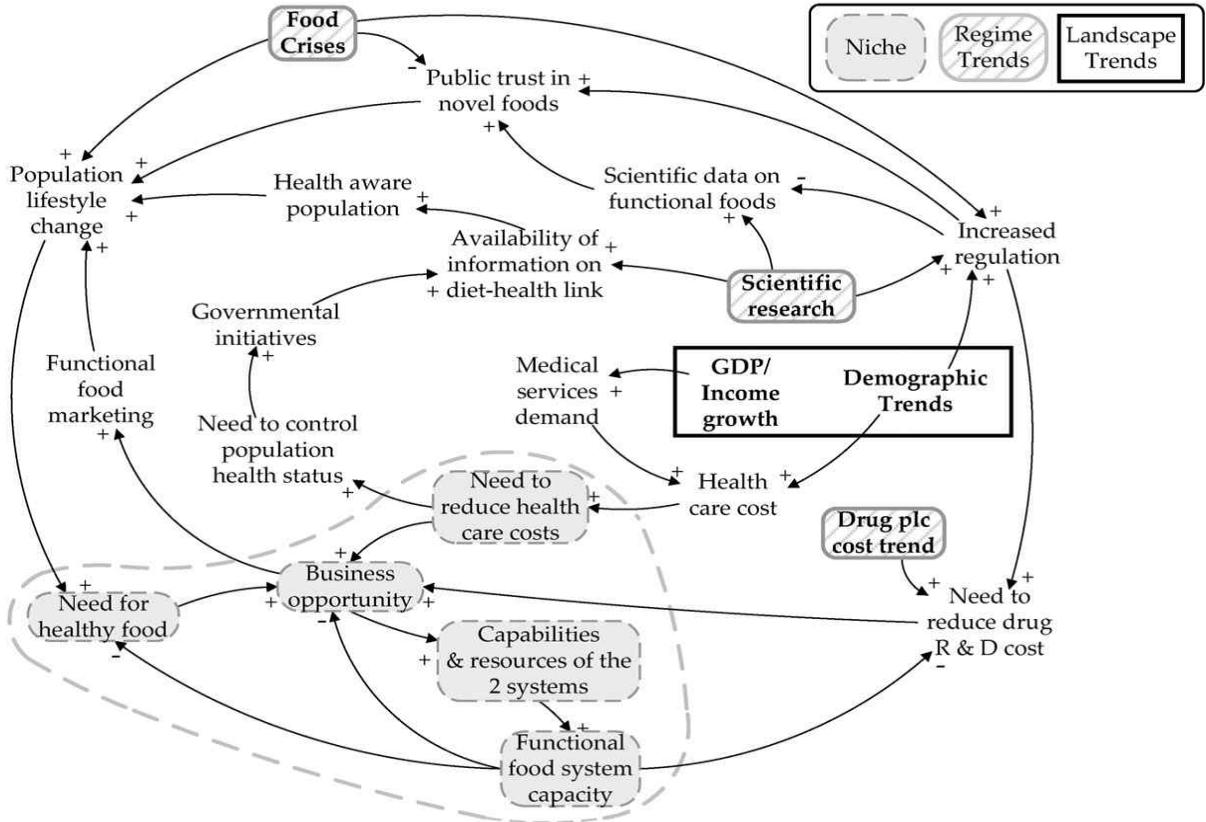
먼저 사회기술시스템 전환론에 따라 기능성 식품 산업을 다층적으로 구분했는데, 사회-기술적 지형(landscape)의 변화로는 선진국 국민들을 위주로 라이프 스타일이 변화하고 인구 구조가 변화하는 것을 꼽았다. 평균 기대 수명은 급격하게 증가하고 있으며, 여기에 인구 증가율이 둔화되면서 연령이 계층화 된다는 점을 사회-기술적 지형의 변화로 제시했다.

다음으로 사회-기술 레짐의 전위는 OECD 국가의 제약 산업 규제 변화와 이에 따른 시장조건, 그리고 기술개발 양상의 변화를 제시했다. 이런 규제 변화는 식품의 질과 안전에 대한 소비자들의 경각심 증대가 반영된 것이라고 볼 수 있다. 마지막으로 틈새 혁신의 경우 기능성 식품이 등장하면서 새로운 산업을 형성하고 소비자들과 시장에 영향을 미치게 되는 것을 제시했다.

지형, 레짐, 니치의 동적 메커니즘을 반영한 시스템다이내믹스의 인과지도는 다음 그림과 같다. 다음 그림의 인과관계지도를 살펴보면 각 변수들이 원인과 결과를 나타내는 화살표로 연결되어 있으며, 각 변수들이 지형, 레짐, 니치에 각각 대응 되는 것을 볼 수 있다. 또한 대부분의 변수들이 화살표를 따라 순환하는 고리를 형성하고 있지만

지형에 해당하는 부분은 일방향으로 영향을 미치고 있는 것을 볼 수 있다.

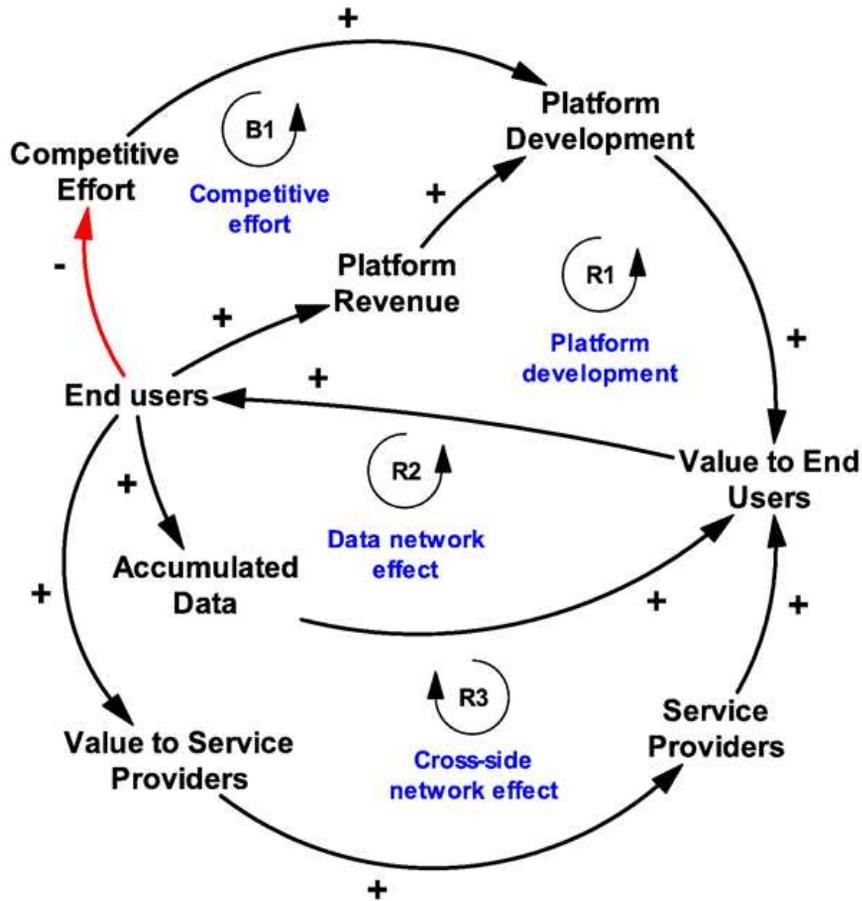
[그림 4-5] 기능성 식품의 등장이 가져온 전이에 대한 인과관계지도



자료 :Papachristos and Adamides(2016)

또 다른 연구는 디지털 서비스 플랫폼 생태계를 분석한 Ruutu et al.(2017)의 연구이다. 이 연구에서는 플랫폼 시장에 참여하는 사업자 관점에서 플랫폼 사용자 수에 따른 매출의 증가와 누적된 데이터의 증가량을 중심으로 설명하는 인과지도를 다음 그림과 같이 구성했다.

[그림 4-6] 플랫폼 생태계에 대한 인과관계지도



자료 : Ruutu et al.(2017)

위 그림에서 R1부터 R3까지는 강화 루프를 나타낸다. 첫 번째 강화루프인 R1은 플랫폼 사용자의 증가가 플랫폼 매출액을 증대시키고, 이는 플랫폼 개발에 사용되는 R&D 투자의 증가를 증대시켜 다시 사용자의 가치를 증가시키며 사용자 증가로 연결되는 루프이다. 두 번째 강화 루프는 플랫폼 사용자가 많아진다면 축적되는 데이터가 많아지고 이는 다시 사용자의 가치 증대로 이어지는 루프이다. 세 번째는 플랫폼 사용자 증가가 이 플랫폼에 참여하는 기업의 가치를 더하고 이는 이 기업에게의 서비스 증대로 이어져 사용자의 가치 증대로 이어지는 루프이다.

한편, B1은 균형 루프를 나타내는데, 플랫폼 역행력의 강화로 시장 점유율이 높아지면 독점으로 변화고 이 독점은 플랫폼 사업자의 R&D 투자에 대한 동기를 낮춰 제공되는 가치가 낮아지면서 균형에 이르게 되는 루프이다.

### 3. 행위자기반모형

#### (1) 행위자기반모형의 기본 메커니즘

행위자 기반 모형은 마찬가지로 비선형적이며 불연속적으로 상호작용하는 행위자간의 상호작용 시스템을 연구하는 모형이다. 행위자 기반 모형은 시스템을 구성하는 행위자만의 특성으로는 설명하기 어려운 시스템 차원의 창발적 특성을 연구하거나, 행위자가 과거의 경험에 영향을 받아 학습을 통해 자신의 행위를 업데이트하는 특성을 가진 시스템을 분석하는데 용이하다 (Rand & Rust, 2011).

행위자 기반 모형은 연역법과 귀납법 모두를 고려하는 방법론인데, 기존의 이론에서 행위자의 행동 규칙들을 반영하게 되는 연역적 특성을 가짐과 동시에 모델의 검증과 타당성 검토(verification & validation)을 위해서는 실제 데이터를 사용하기 때문에 귀납적이라 할 수 있다.

#### (2) 행위자기반모형과 사회기술시스템 전환론

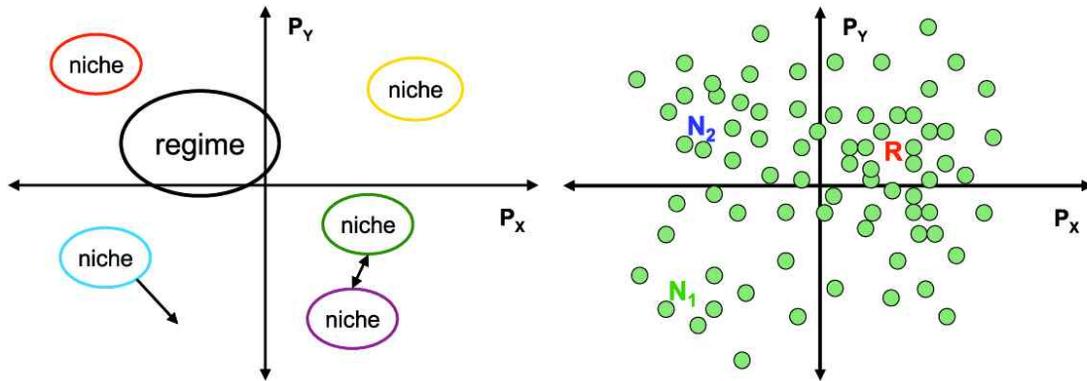
행위자 기반 모형은 사회기술시스템의 다층적 구조인 지형, 레짐, 니치를 모두 한 모델에서 살펴볼 수 있는 장점이 있다. 지형을 행위자에게 영향을 미치는 외부 요소로 간주할 수 있으며, 자체적인 내부 구조를 가지고 시스템 내에서 행동규칙과 패턴을 가지는 행위자의 특성은 사회기술시스템 전환론의 레짐과 니치에 대응시키기에 적합하다.

행위자기반모형을 사회기술 시스템에 적용한 연구로는 Berman et al.(2008)이 있다. Bergman et al.(2008)은 행위자를 소수의 복잡 행위자(complex agent)와 다수의 단순 행위자(simple agent)로 구분했으며, 이 행위자들은 다층적 구조의 공간 (multi-dimensional practices space) 위에서 각기 다른 행동규칙으로 행동하게 된다.

복잡 행위자는 이 공간 위에서 여러 행위자와 상호작용하는 특성을 가지고 있으며, 각기의 행동규칙은 내부 구조에 따라 매 시기에 결정된다. 한편 단순 행위자는 이 공간 전체에 펼쳐져 있으면서 매 시기마다 복잡한 행위자들 중 하나의 행위자를 지지하는 결정을 내리게 된다. 이러한 지지 결정은 단순 행위자의 선호(preference)라고 할 수 있으며, 이것은 복잡 행위자의 내부 구조에 영향을 받게 된다. 다시 말해 복잡 행위자의 내부구조가 단순 행위자가 선호로 지정할 수 있게 한다. 아래 그림에서 왼쪽은

복잡 행위자의 모습을 오른쪽 그림은 단순 행위자의 모습을 나타낸다.

[그림 4-7] Two-dimensional practices space 위의 행위자들



자료 :Bergman et al., 2008b

복잡 행위자는 사회기술시스템 전환론에 따라 니치, 확장된 니치(ENA), 레짐으로 구분할 수 있다. 레짐은 현재 지배적인 사회·기술 체제를 나타내며, 혁신과 관련된 대부분의 활동을 규율하게 된다. 니치는 새로운 시스템의 맹아를 형성하는 행위자로 레짐의 자리를 위협하고 거듭된 혁신으로 새로운 레짐으로 자리잡으려 하는 행위자이다. 마지막으로 확장된 니치는 레짐과 니치 사이에 존재하는 행위자를 나타낸다. 모든 복잡 행위자는 이 세 유형의 행위자 중 한 개의 유형에 해당되는데, 레짐의 경우에는 단 한 개의 행위자만이 갖게 된다.

이 행위자는 공간 위를 움직이면서 단순 행위자의 선호에 영향을 미치게 된다. 단순 행위자의 선호가 15% 미만일 때에는 행위자는 니치로 분류되며 공간을 움직이는 속도가 상대적으로 크다. 움직이는 방향은 점유율을 높여가는 쪽이 된다. 단순 행위자의 선호가 15~50% 일 때에는 확장된 니치로 니치일때보다 속도는 줄어들게 되고, 움직이는 방향은 가장 레짐인 행위자이다. 이보다 단순 행위자의 선호를 많이 받았을 때에는 속도가 더 줄게 되며, 단순 행위자가 가장 많이 분포해 있는 곳으로 움직이게 된다.

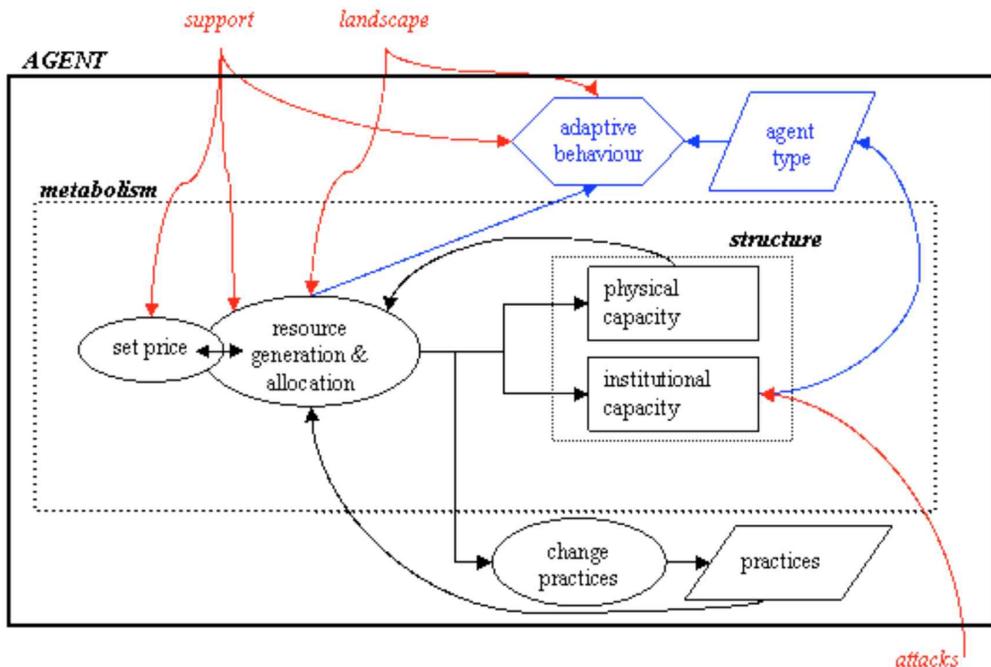
이 행위자는 다층적 구조에서 움직이면서 상호작용 하게 되는 형태를 다음표와 같이 적용, 니치의 등장, 흡수, 클러스터링, 전이 다섯가지 메커니즘으로 정리할 수 있다 (Haxeltine et al., 2008).

<표 4-2> 행위자간의 상호작용의 메커니즘

구분	내용
적응 (adaptation)	행위자가 자신이 갖는 선호를 더욱 증가시키기 위해 이동의 방향을 직접 수정하는 메커니즘
니치의 등장 (emergence of niches)	다른 행위자들이 제공하지 못한 수요가 발생할 때, 다층적 구조에서 니치 등장
흡수 (absorption)	행위자가 더 작은 크기를 가진 다른 행위자를 흡수하고 속성을 획득
니치 클러스터링 (niche clustering)	유사한 속성을 가진 니치 유형의 행위자들이 서로 결합하여 속성을 강화
전이 (transformation)	행위자들이 니치와 확장된 니치, 레짐으로 유형을 변화시키는 과정

한편, 복잡 행위자가 단순 행위자의 선호를 만들어내는 내적 구조(internal structure)는 다음 그림과 같다. 복잡 행위자는 단순 행위자가 보이는 선호의 크기에 따라 자원의 생성과 분배(resource generation)의 정도가 달라지게 된다. 이렇게 생성된 자원은 물리적 수용(physical capacity)와 제도적 수용(institutional capacity)에 사용되게 된다. 물리적 수용이란 인프라, 기술적 능력, 지식자본, 생산 능력 등을 말하며 제도적 수용이란 정치, 산업계 등과의 네트워크 정도를 말한다.

[그림 4-8] 행위자의 metabolism 구조



자료 : Bergman et al., 2008

## 제2절 사회기술시스템 기반의 정책효과 예측

### 1. 사회기술시스템 기반의 시스템 다이내믹스 모델

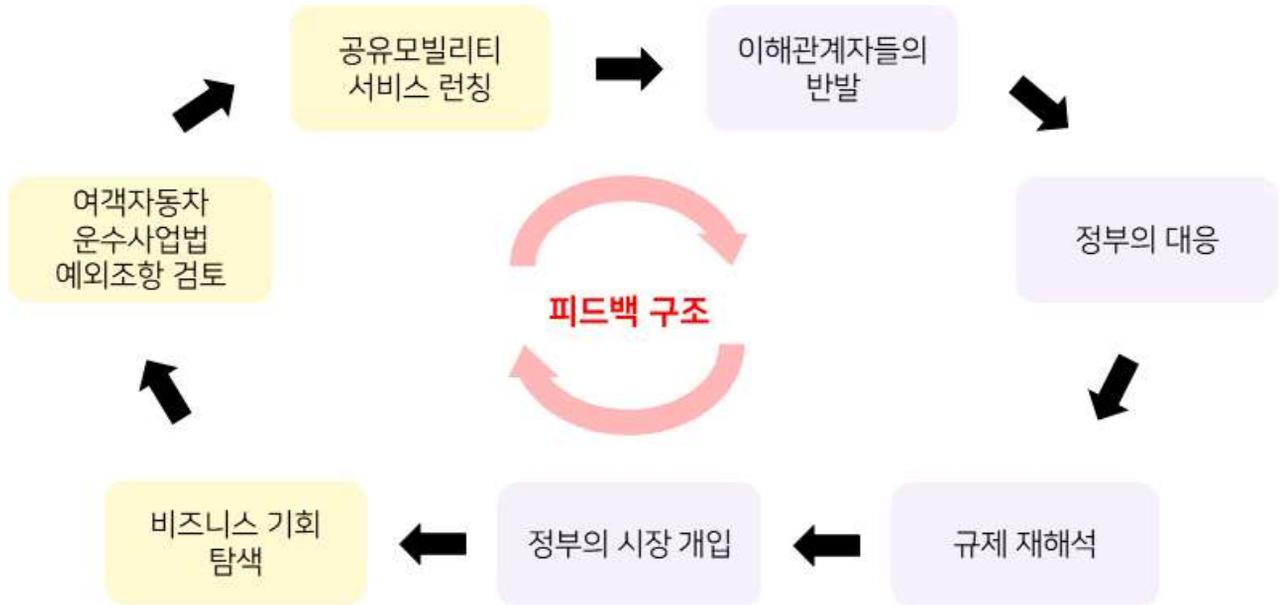
우버와 디디추싱, 그랩과 같은 공유 모빌리티 시장은 전 세계적으로 빠르게 성장해 오고 있다. 우리나라의 경우 우버가 2014년 처음 진출하였으나 서울시는 여객자동차운수법상 유상운송 금지 조항을 위반으로 2015년 3월 규제하여 서비스를 중지했다. 우버의 서비스 중단 이후 럭시(Luxi), 콜버스(Callbus), 티티카카(Titikaka), 차차크리에이션(Chacha creation), 모두의 셔틀 등 일반인이 자가용차 이외에 승합차나 미니버스, 렌터카 등을 공유하는 서비스들이 생겨나기 시작했다.

이러한 서비스 중 풀러스(Poolus)나 타다(Tada)와 같은 서비스는 여객자동차운수법의 예외조항을 근거로 규제를 피해 서비스를 시작했다. 풀러스의 경우 여객자동차운수법 제81조에 출퇴근 시간대에는 승용차를 유상으로 임대하는 것을 허용한 것을 근거로 출퇴근 시간의 범위를 넓혀 규제를 피했으며, 타다의 경우에는 제34조에 승차정원 11인승 이상 15인승 이하인 경우 운전자 알선이 가능한 것을 근거로 렌터카와 기사를 함께 중개하는 것으로 규제를 피해갔다.

한편, 이러한 공유 모빌리티와 경쟁구도가 형성된 택시업계에서는 거세게 반발해 왔다. 2019년 1월 정부와 여당은 택시와 플랫폼 상생 발전을 위한 사회적 대타협 기구를 출범하여 공유 모빌리티 업계와 택시 업계간의 중재를 시도했으며, 2019년 12월 플랫폼 택시법이 국회에 제출되기에 이른다.

공유 모빌리티 업계와 택시 업계는 갈등의 지속적이고 반복적인 관계에 놓여있는데, 모빌리티 업계에서는 지속적으로 규제의 빈 곳이나 사용자들의 편의의 증대와 같은 사업 기회를 발굴하고 이러한 서비스를 출시하고 있다. 택시업계에서는 이 서비스들이 유사 운송 서비스로 기존 규제로 형성된 시장 질서를 왜곡한다며 반발하고 있고, 정부는 이 두 업계의 의견을 수렴하여 대응하게 되면서 정부가 시장에 개입하게 된다. 이 과정에서 지속적인 피드백 구조가 형성된다고 할 수 있다(이준민, 2019). 이를 요약하면 다음 그림과 같이 나타낼 수 있다.

[그림 4-9] 공유모빌리티와 규제 간의 피드백 구조



이러한 순환구조를 다시 사회기술시스템의 다층구조론에 적용해 본다면 다음과 같다. 먼저 지형(landscape) 단위에서는 공유경제의 패러다임의 등장이다. 공유경제 패러다임은 재화의 소유에서 공유로 패러다임이 전환되는 것을 의미하는데 앞서 밝혔듯이 우버, 디디추싱과 같은 모빌리티의 공유 뿐만 아니라 숙박(에어비엔비), 자전거(모바이크) 등 다양한 재화를 공유하는 서비스가 성장하고 있다. 특히 이러한 공유경제 패러다임은 환경오염, 혼잡한 교통, 주차공간 부족 등 도시지역에서 나타나는 사회 문제의 해결을 위해 정부에서도 활발히 진행하고 있다.

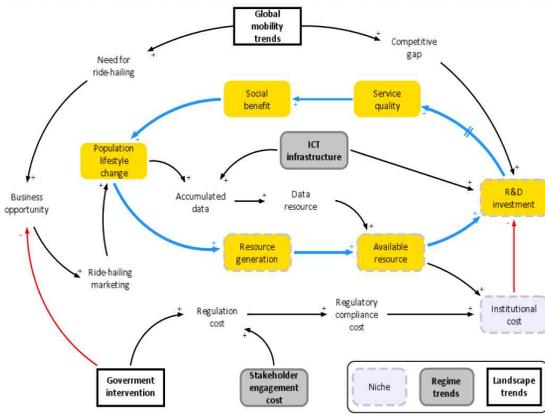
다음으로 레짐 수준에서는 택시업계의 규제, 규제에 대한 공유 모빌리티 업계의 반발과 대중의 여론, ICT 인프라 등이 해당한다. 높은 ICT 접근성과 사용 정도는 국내의 공유 모빌리티를 확산 시킬 수 있는 시장의 조건을 형성했으나, 그간 규제산업으로 묶여있던 택시업계의 강한 반발 때문에 확산되지 못하고 있다. 규제비용은 업계의 유지 순응 비용(regulatory compliance cost)으로 이어지며 각 업계는 이에대한 반발로 제도적 비용을(institutional cost)를 지불하게 된다.

니치 수준의 비즈니스 모델은 공유 모빌리티로 이 사업자는 재무적 자원과 사용자 데이터라는 두가지 유형의 자원을 갖게 된다. 재무적 자원은 공유 모빌리티를 사용하는 해당 서비스 사용자의 숫자와 각 사용자가 지불하는 가격으로 결정된다. 이 자원을 R&D투자와 제도 비용으로 나눠 지불하게 되며 R&D 투자는 서비스의 질을 높이는데 활용된다. 이를 인과순환지도로 나타내면 다음의 그림과 같다.

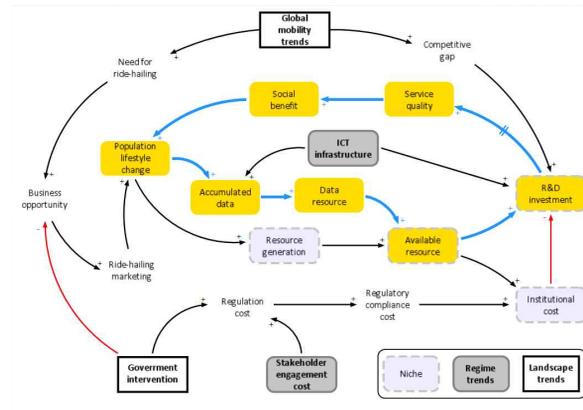


는 비용을 감소시키는 결과를 만든다.

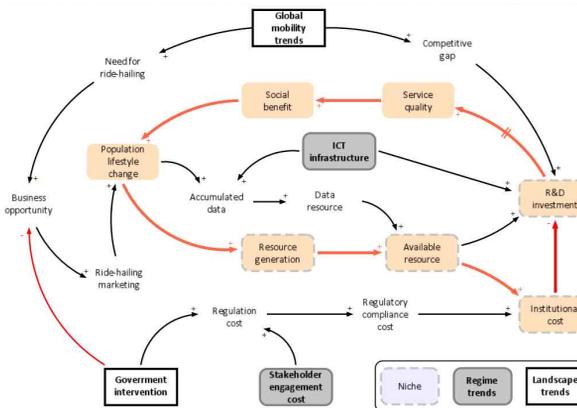
[그림 4-11] 강화 루프 1: 서비스 질 향상



[그림 4-12] 강화 루프 2: 데이터 네트워크효과



[그림 4-13] 균형 루프 1: 규제순응비용 효과



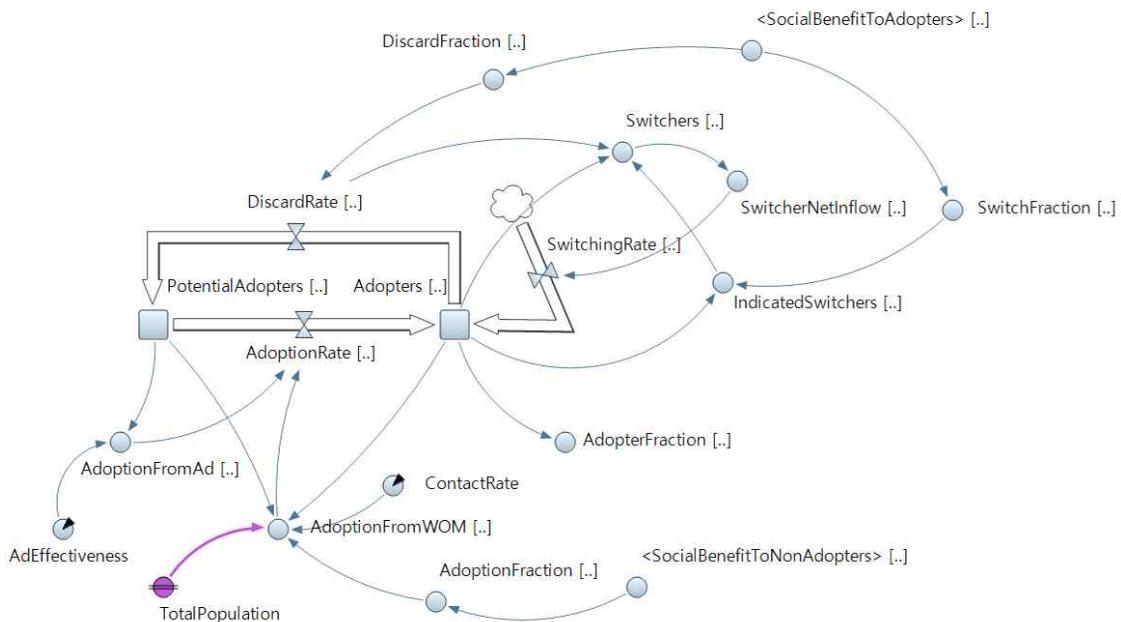
자료 : 이준민 (2019)

이 인과순환지도를 바탕으로 사회기술시스템기반의 저장-유량 흐름도(stock flow diagram)를 설계해야 한다. 저장-유량 흐름도는 이 인과순환지도를 구체적인 변수를 설정하고 초기값을 할당하는 것을 말한다. 본 연구에서 저장-유량 흐름도는 바스 확산 모델(Bass diffusion), 자원의 생성과 분배(Resource generation & allocation), 사회 편익(social benefit), 정부 개입(government intervention) 총 네부분으로 구성된다.

먼저 Bass(1969)의 확산 모델은 혁신 상품의 잠재적 수용자(potential adopter)들이 외부 영향 또는 대중매체를 통한 광고효과(advertisement effect)나 내부영향 또는 입소문 효과(word-of mouth effect)에 영향을 받는다 가정했다. 즉 하나의 혁신 대상을 선정하여 채택자가 증가될 때 경쟁사의 등장이나 판매량에 대한 고려는 하지 않았다. 반

면 Ruutu et al.(2017)은 이를 확장하여 양면시장 기반의 플랫폼 서비스에 적용할 수 있도록 확장했는데, 수용자는 언제든지 서비스를 포기하고 잠재적 수용자로 돌아갈 수 있는 폐기 메커니즘(discard mechanism)과 타사의 서비스를 선택할 수 있는 스위치 메커니즘(switch mechanism)을 도입하였다. 이때 선택의 기준은 광고, 입소문 효과와 더불어 서비스가 잠재적 수용자에게 미치는 편익을 함께 고려했다. 이 메커니즘을 도입하여 사회적 편익과 더불어 경쟁사간 경쟁 강도를 표현할 수 있게 되었다.

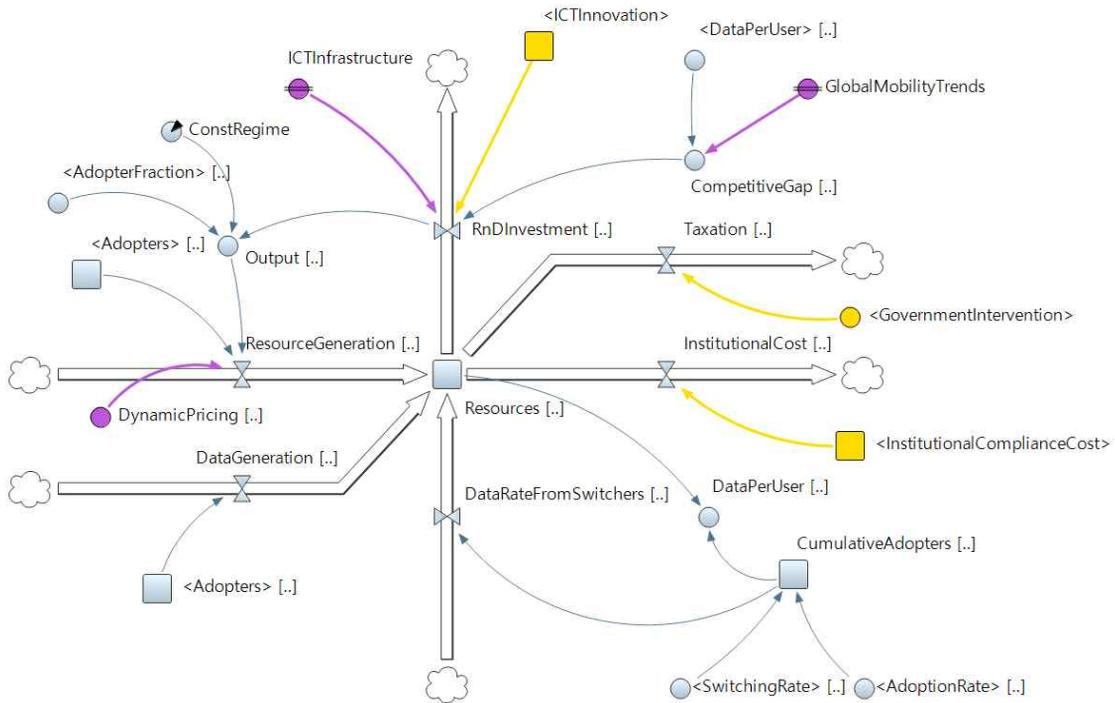
[그림 4-14] 저량-유량 흐름도: 확장된 Bass 모델



자료: 이준민 (2019)

한편 자원의 분배에 대해서는 앞서 인과관계지도에서 설명한 바와 같이 재무적 자원과 데이터 자원으로 구분하며 이에대한 몇가지 가정을 고려해 볼 수 있다. R&D투자는 글로벌 모빌리티 시장의 트렌드와 국내 시장과의 격차가 존재할 때 유지하는 것으로 가정했으며, 제도 비용의 경우 규제순응비용에 따라 지불해야 하는 가격이 결정되는 것으로 가정했다. 데이터 자원은 시간마다 휘발되기 보다는 지속적으로 축적되는 것으로 가정할 수 있으며, 데이터 자원의 생산량은 전체 수용자 숫자에 비례하도록 가정할 수 있다.

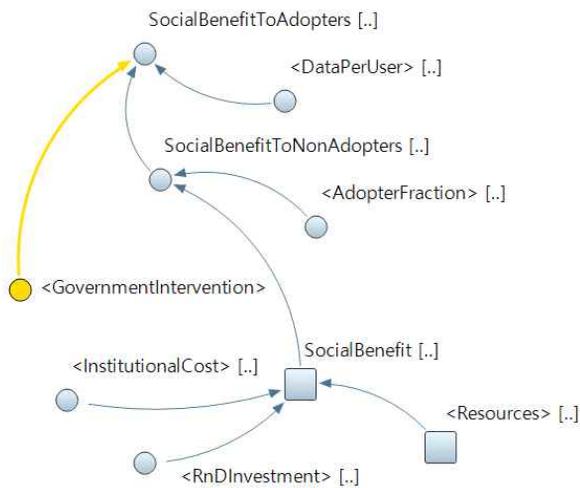
[그림 4-15] 저량-유량 흐름도: 자원 확보 및 배분



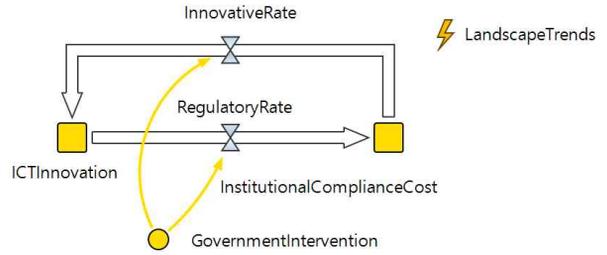
자료 : 이준민 (2019)

사회 전체의 편익을 구하기 위한 가정으로는 사회 편익이 R&D 투자에 비례하고 제도비용에 반비례하는 것으로 가정하며, 이 사회 편익은 수용자 모두에게 영향을 미치는 것으로 가정했다. 정부 개입은 기업이 R&D투자와 제도 비용 지불의 분배율에 영향을 주는 메커니즘으로 설계했으며, 이 정부 개입은 사회기술시스템의 지형 변화가 일어날 때 변화하게 된다.

[그림 4-16] 저량-유량 흐름도: 사회효용



[그림 4-17] 저량-유량 흐름도: 정부개입



자료 : 이준민 (2019)

## 2. 사회기술시스템 기반의 행위자 기반 모델

사회기술시스템의 전환을 행위자 기반 모델링으로 분석하기 위해서는 먼저 현재까지의 전환 시나리오가 분석되어야 하고, 이 전환의 시나리오에 따라 행위자를 정의하고 다차원의 공간에 이들을 위치시켜야 한다. 이러한 방법을 공유 모빌리티 사례에 적용한 연구로는 Bergman et al. (2008b), Köhler et al. (2009), 이준민(2019)가 있으며, 본 연구에서는 이준민(2019)의 중국 공유 모빌리티 시장의 행위자 기반 모델을 통해 사회기술시스템 전환을 분석하는 방법에 대해 설명하고자 한다.

먼저 중국 공유 모빌리티 시장의 혁신과 규제간의 관계는 다음 표와 같이 요약할 수 있다. 요약하면 두 개의 공유 모빌리티 스타트업이 성장하다가 합병하면서 우버와 경쟁했으며, 이후 우버까지 합병하면서 레짐을 형성해 나간다. 이 과정에서 중국 정부는 2015년 규제 초안을 발표했으며, 2016년 상업용 이외에 자가승용차의 상업용 운행도 허용하게 된다.

〈표 4-3〉 중국의 공유모빌리티 분석

일시	내용
2012.5.	항주쾌지과학기술유한공사 설립, 8월 런칭한 콰이디다처는 항주를 기반으로 화동지역에서 강세를 보임
2012.6.	샤오커지 설립, 9월 서비스 런칭한 디디다처는 베이징, 상하이, 광조우, 썬썬 등 32개 도시에서 서비스 제공
2014.6.	우버차이나는 60여 개 중국 도시에서 매주 4,000만 건 운행 서비스 제공, 그러나 적자구조 및 시장점유율 10% 미만 유지
2015.2.	디디다처와 콰이디다처 합병하여 ‘디디콰이디(디디추싱)’ 등장하였고, 합병법인의 가치는 60억달러로 추정
2015.10.	중국 교통부는 인터넷을 통한 상업용 차량 예약서비스 경영관리잠행방법(2015년 규제초안) 초안을 발표
2016.7.	인터넷을 통한 상업용 차량 예약서비스 경영관리잠행방법 확정하며 차량공유서비스의 합법화 공표, 2016년 11월부터 시행된 본 법은 상업용이 아닌 개인 차량들의 상업용 운영을 허용
2016.8.	디디추싱과 우버차이나 합병 (우버 지분 20%)

행위자 기반 모델을 설계하기 위해서는 이 행위자가 위치할 공간에 대한 정의가 필요하다. 이준민(2019)의 연구에서는 이 공간을 2차원으로 구분하여 X축은 사회적 레짐으로 Y축은 기술적 레짐으로 정의했다.

먼저 사회적 레짐은 새로운 서비스의 등장에 따른 기존 레저시와의 충돌로 정의할 수 있다. 택시 산업이 기존 레저시라고 하면, 공유 모빌리티 산업계는 택시산업과 유사한 축에 위치할지 아니면 반대에 위치할지 정할 수 있으며, 소비자 역시 여기에 대한 선호를 정할 수 있다. 한편 기술적 레짐은 혁신 요소를 나타낸다. 혁신 요소가 반영되는 정도에 따라 택시 산업계와 공유 모빌리티 산업계가 위치할 수 있으며, 소비자는 이를 얼마나 수용할지에 따라서 위치하게 된다. 이 공간 안에서 택시 산업계, 공유 모빌리티 산업계가 각기 다른 방향과 속도로 움직이게 되며, 소비자는 이에 따라 선호를 정하게 된다.

실제 공간에 행위자들의 초기 위치를 설정하기 위해서는 시장의 데이터가 필요하다. 이때 사용할 수 있는 시장 데이터란 소비자 설문조사, 시장 수요, 기업 매출액 등이 있다. 이준민(2019)의 중국 모빌리티 산업에 대한 연구에서는 사회 및 기술적 레짐에 설문조사와 시장 점유율 데이터를 활용했다.

〈표 4-4〉 Practices Space 위의 X축, Y축 정의

	정의 및 특성	Complex Agent	Simple Agent
		Complex agent는 agent type에 따라 시점 별로, 전략을 수정하며 위치를 변경	Simple agent는 landscape signal 없이는 위치를 변화시키지 않음
[X축] 사회적 레짐	[정의] 새로운 서비스의 등장에 따른 기존 레거시와의 충돌로 정의 [특성] 좌표평면에서 오른쪽으로 이동할수록 행위자는 기존 레거시(사회기술체제)에 친숙해지는 것으로, 왼쪽으로 이동할수록 레거시와 멀어져 갈등이 심화됨을 의미	오른쪽으로 이동할수록 기존 사회적 체제와의 갈등을 최소화하는 방향으로 비즈니스 전략 수립 왼쪽으로 이동할수록 기존 사회적 체제와 충돌하는 혁신적인 방향으로 비즈니스 전략 구축	오른쪽에 위치할수록 기존 사회적 체제에 순응하는 경향의 소비자들 왼쪽에 위치할수록 기존 사회적 체제에서 벗어나 시장을 선도하는 경향의 소비자들
[Y축] 기술적 레짐	[정의] 공유모빌리티가 가져오는 ICT 혁신의 수용 정도로 정의 [특성] 좌표평면에서 위로 이동할수록 행위자의 ICT 혁신 수용력이 높은 것으로, 아래쪽으로 이동할수록 행위자의 ICT 혁신과 거리가 먼 것을 의미함	위쪽으로 이동할수록 ICT 혁신 요소를 잘 반영한 서비스 아래쪽으로 이동할수록 ICT 혁신과 거리가 먼 서비스	위쪽에 위치할수록 ICT 혁신 수용력이 높은 소비자들 아래쪽에 위치할수록 ICT 혁신 수용과 거리가 먼 서비스

## 제5장 결론

이 보고서는 디지털 전환의 수준을 측정하고 디지털 전환을 저해하는 역기능(사회적 갈등)과 후속 연구를 위한 디지털 전환의 시뮬레이션 등 세 가지 영역으로 구성되어 있다.

먼저 디지털 전환의 수준 측정에 대해서는 DEA 방법을 활용해서 분석했는데, 결과적으로 우리나라는 동일 시점별 효율성 분석 → 통시적 효율성 분석 → 글로벌 효율성 분석 순으로 점차 낮아지는 것으로 나타났다. 특히 대부분의 제조업에서 통시적 기술변경과의 격차 변화(BPC)의 증가율이 시간이 흐르면서 기술변경에 근접함을 알 수 있다. 그러나, 목재, 종이 및 인쇄업(WPP)이나 기타 제조업(OMN), 그리고 일부 서비스업에서는 통시적 기술변경과의 격차가 점점 커지는 것으로 나타났다. 이는 시간의 흐름에 따라 해당 산업의 효율성이 하락하고 있음을 의미한다. 글로벌 선도사례와의 상대적 효율성차이에 대해서는 일부 경공업은 제외하면 제조업에서는 격차가 줄어들고 있는 것으로 보이지만 서비스업이나 농림수산업은 글로벌 생산변경과의 격차가 심화되고 있는 것으로 분석된다. SW의 산업별 생산성 기여에 대한 실증분석에서는 SW가 산업의 효율성 향상에 전반적으로 긍정적인 효과를 주는 것으로 나타났는데, 특정 산업에서 글로벌 선도사례와의 상대적 생산효율성 격차를 좁히는 데에도 SW자본재는 긍정적인 역할을 수행하는 것으로 나타났다. 세부적으로는 총자본재 중 SW자본재의 비율이 높은 산업이 글로벌 기술변경과의 격차가 상대적으로 작은 것으로 확인됐으며, 이 경우, 근로자 1인당 SW자본재의 경우, 규모수익가변 효율성에는 긍정적으로 작용한 것으로 분석됐다.

둘째, 디지털전환의 역기능에 대해서는 신·구 주체간의 디지털 역량과 규제에 비대칭성이 갈등 발생의 핵심으로 파악됐다. 디지털 전환에 따른 갈등은 2013년 말부터 본격적으로 증가하였으며, 갈등 강도 변화의 양상은 선형적으로 증폭되었다가 해소되는 형태가 아니라 비선형적이었다. 특히 디지털 전환이 더디고 갈등 발생의 빈도가 높으면 정책 발표의 빈도와 소비자 가격 지수도 높았으며, 디지털 전환이 빠른 경우에 정책 발표의 빈도도 높으면 오히려 갈등 발생 빈도도 높았다. 디지털 전환의 역기능 해소를 위한 바람직한 정책개입의 방향으로는 디지털 전환에 따른 갈등을 이해관계자와 산업별 특성에 맞게 관리하고, 산업별 공정 경쟁의 환경 조성이 필요할 것으로 제안했다. 예를들면, 다양성이 낮은 운수, 의료/제약 분야에서는 면허, 총량, 요금, 또는 인증과 같은 시장진입의 규제를 개선하면서도 기존 사업자나 신규 진입자에게 혁신의 인

센티브를 제공할 필요가 있다. 노동 집약도가 매우 높고 영세성이 두드러지는 농업/유통 등의 분야에서는 정부 주도 R&D나 확산 사업과 복지, 분배 정책을 병행하고, 제조, 금융 등의 분야는 공정 시장 정책에 방점을 두고, 거래 관행 관리 감독의 범위를 중견 기업으로 넓힐 필요도 있다. 다양한 산업이 서로 융합되고 경계가 희미해지는 디지털 전환 시대에는 범부처 협업을 통한 개선이 필요한 경우가 대부분이며, 규제 개혁은 여러 부처와 법령을 동시에 종합적으로 정비하는 방식의 새로운 접근이 요구된다. 따라서 디지털 전환을 총괄하는 조직의 경우 예산, 정책, 제도, 기술 등의 제반 사항을 관장할 수 있는 위상을 확보하도록 해야 할 것이다.

마지막으로 후속 연구를 위한 디지털 전환의 시뮬레이션의 경우, 공유 모빌리티 시장을 표본 사례로서 다루었다. 기존의 다층적접근법과 같은 기술사회체제전환론에서는 시스템을 구성하는 요인, 이들 간의 상호작용과 진화의 패턴 등은 다루고 있으나 이를 보다 계량적 모델로 추상화하고, 이를 바탕으로 복잡한 상호작용의 진화과정에 대한 예측과 보다 정교한 정책적 처방을 내리는 데에는 미흡했다. 따라서 본 연구에서는 디지털 전환의 후속 연구를 위한 컴퓨터 시뮬레이션 방법론을 활용했다. 기존의 귀납법이나 연역법적 추론과 미래의 상황을 현존하는 정보와 근거를 가지고 형성하는 역류적 관점의 분석이 가능하며, 복잡해지는 사회작용에 대한 메커니즘을 파악하는데 용이하다. 이런 관점에서 컴퓨터 시뮬레이션 방법론은 사회기술체제전환의 연구에 적합하다. 이 때문에 1차 년도의 사회기술체제전환 연구의 사례분석과 더불어 2차 년도에서의 시뮬레이션은 향후 정책의 영향을 직접 예측하는 방법론을 분석했으며, 이는 장기적 관점에서 당면한 문제를 해결하는 과정에서 활용될 수 있을 것이다. 향후 연구에서는 이번 컴퓨터 시뮬레이션 방법을 활용해 사회기술체제 전환의 과정에서 나타날 수 있는 다양한 미래문제를 예측하고, 해결방안을 도출해 볼 것이다.

## [참고 : 1차 연구의 요약] 디지털 신산업 분석의 이론적 배경

### 제1절 다층적 접근론과 체제전이

#### 1. 다층적 접근론

혁신시스템(systems of innovation)에 대한 연구는 혁신을 만들어내는 정부, 기업, 연구기관 등 시스템 참여자가 어떻게 상호작용 하는지 연구해 왔으며, 이러한 상호작용의 역할을 강조하고 있다(Johnson et al. 2003). 혁신 시스템은 혁신을 기술혁신, 국가혁신, 산업혁신, 지역혁신 등 다양한 층차로 나누어 분석해 왔다.

먼저 기술 시스템이란 특정 산업 내에 존재하는 기업, 대학 등 연구기관 등을 포함하는 기술의 창출과 확산, 활용하는 제도적 네트워크로 정의된다(Carlsson & Stankiewicz, 1991). 개별 기술을 넘어 조직, 기관, 제도 간의 상호작용을 개념화 한 것은 국가혁신시스템으로 기업이 국가와 대학, 연구기관 등 관련 제반 제도와 상호작용하는 하나의 거대한 시스템을 개념화한 이론이다(Freeman, 1989; Lundvall, 1992; Nelson, 1993). 마지막으로 한 국가 내에서도 산업별로 혁신의 확산 수준과 발전의 정도는 상이하기 때문에 국가혁신체제의 하위에 산업별로도 고유한 혁신의 체제가 작동한다는 논의가 있고, 이에 대해 지금까지 설명한 기술시스템과 산업별 기술과 시장특성과 통합한 개념이 바로 산업별혁신체제(sectoral systems of innovation)이다.

이러한 혁신 시스템에 대한 논의의 한계점은 첫째, 그 시스템들이 어떻게 생겨났는지 논의하고 있지 않다는 점이다(Geels, 2005). 다양한 층차에서 정의되는 시스템에 포함된 내부 요소간의 상호작용에 대해서는 설명하지만 이 요소가 어떻게 시스템에 등장하는지에 대한 논의가 부족하다.

둘째로는 혁신의 수준이나 그 지속성에 대해서는 논의하고 있지 못하다는 점이다(Geels, 2005). 혁신은 점진적 일수도 있으며, 급진적 일수도 있는데, 혁신 시스템의 관점에서는 이 혁신의 수준간 차이를 설명하지 못한다.

마지막으로, 혁신 시스템은 이 시스템의 발전 과정을 설명하지 못한다. 혁신 시스템이 기존의 경로 의존이나 잠금효과에 대해서 설명하고 있지만, 발전 과정을 설명하고 있지 못하기 때문에 혁신을 창출하기 위해 이러한 문제를 어떻게 해결할 수 있는지 방안을 제시하기 어렵다.

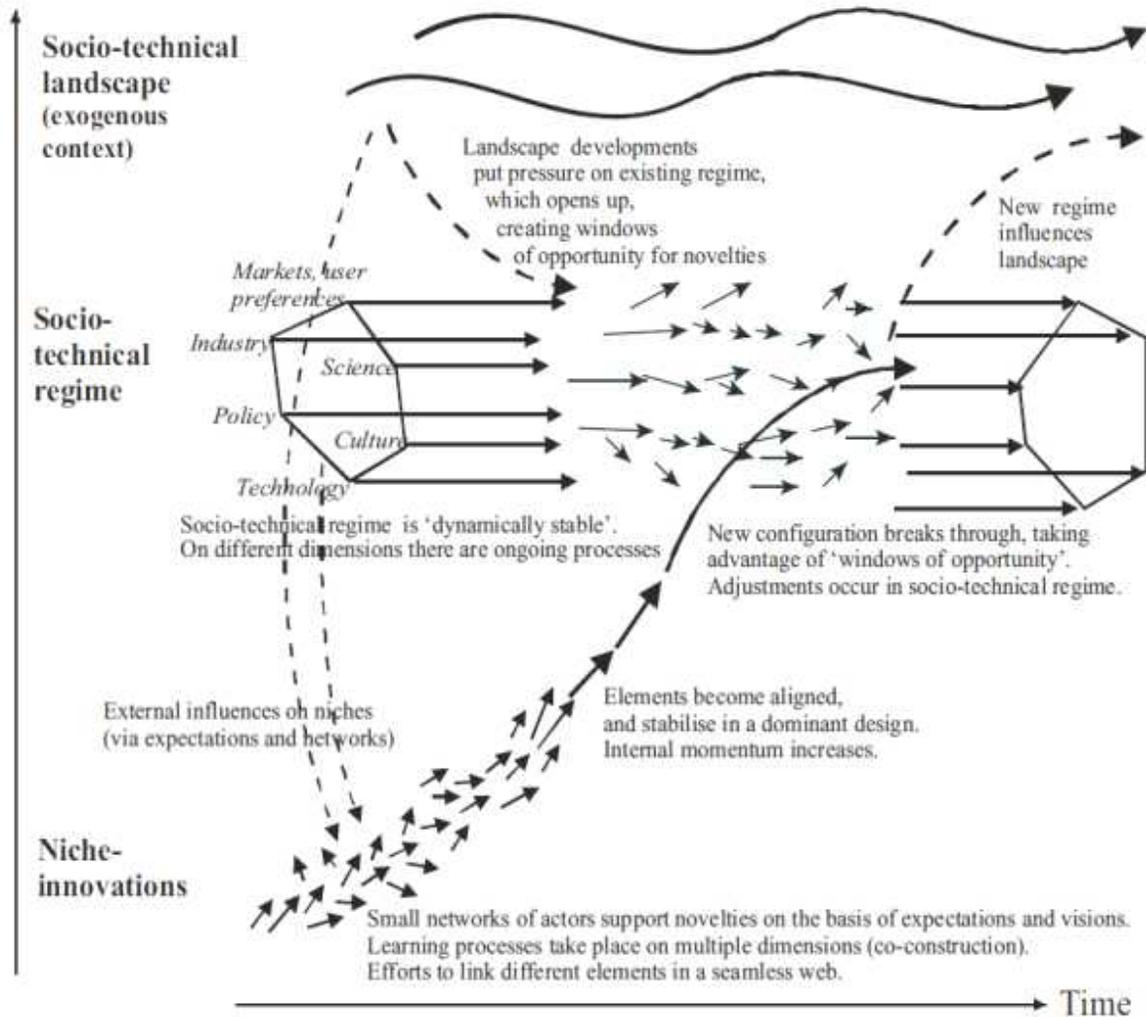
이러한 한계점으로 다층적 접근론(MLP: Multi-level Perspective)이 대두되었다. 다층적 접근론은 진화경제학적 개념(Nelson & Winter, 1982)에서 출발해서, Rip & Kemp(1998), Kemp(1994), Van den Ende & Kemp(1999) 등에 의해 레짐을 사회학적, 역사학적 맥락으로 확대 해석하게 되었으며, Geels(2002, 2004, 2008, 2011, 2016), Schot & Geels(2007)에 의해서 보다 체계화된 개념으로 구체화 되었다.

다층적 접근론은 [그림 2-1]과 같이 세가지 분석적 구분을 하고 있다. 틈새혁신(Niche-innovations), 사회-기술 레짐(Socio-technical regimes), 사회-기술적 지형(Socio-technical landscape)이다. 급진적 혁신은 틈새 혁신에서 출발한다. 틈새 혁신은 급진적이며 새롭지만 초기의 성과는 미흡할 수 밖에 없으며(Schot, 1998), 이 때문에 이 틈새의 발생은 R&D, 실험실, 시범 프로젝트, 틈새 시장과 같은 일종의 보호된 공간(protected space, Geels, 2011)에서 출현하는 것이 일반적이다. 사회-기술적 지형은 도시 전체의 인프라나 인구구조의 변화 같은 거시 환경의 변화를 나타낸다.

사회-기술 레짐은 앞서 설명한 틈새혁신과 사회-기술적 지형의 변화에 따라 변화하는 생산 공정, 기술과 제품의 특성 등 다양한 규칙의 집합이라 할 수 있다. 이는 사회와 산업 전체에 내재되어 있는 것으로, 레짐은 서로 상호 의존성과 연계성을 가지기 때문에 쉽게 변화하지 않는 특성을 보인다.

[그림 5-1] 다층적 접근론에서 혁신의 발전

Increasing structuration  
of activities in local practices



\* 자료 : Geels (2011)

## 2. 사회-경제적 체제전이

사회-경제적 전환은 니치와 사회-기술적 지형이 레짐에 영향을 미치면서 레짐이 어떻게 변화하는지를 Geels(2016)는 다음표와 같이 대체(Substitution), 변화(Transformation), 재구성(Reconfiguration), 이탈과 재정렬(De-alignment and Re-alignment)로 구분하고 있다.

먼저, 대체 유형의 경우 급진적 혁신이 기존 기술들을 대체하는 것으로, 틈새혁신에서 발생한 혁신에 맞는 새로운 규칙과 제도가 탄생하는 것을 말한다. 대단히 과감하고 파괴적인 혁신을 특성을 보인다. 반면 변환의 경우 틈새혁신과 외부 지형의 변화로 레짐이 영향을 받으면서 점진적인 방향 전환을 해나가는 유형이다. 여기서 레짐의 변화 주체는 다시 신생 기업과 기존 기업이 될 수 있으며, 신생 기업인 경우 새로운 제도로 상당부분 방향 전환이 이뤄지지만 주체가 기존 기업인 경우 제도는 제한된 변화를 가져온다.

〈표 5-1〉 체제전이의 구분 및 내용

구분		체제전의 유형(transition pathways)
1	대체 (substitution)	혁신의 주체가 신규 기업이며, 과감하고 파괴적 혁신의 특성을 보인다, 니치의 초기에는 경쟁관계를 형성하고, 기존 체제는 성숙하고 발달한 니치에 의해 대체됨
2	변환 (transformation)	혁신의 주체가 기존 기업이며, 점진적인 혁신의 특성을 보인다. 기존 기업에 의한 탐색적 혁신활동이 예상되며, 구기술의 점진적 개선이나 공생적 니치혁신이 진행되고, 신기술로의 방향전환은 (1) 기존기업이 신기술과 구기술 모두 개발하는 부분적 방향전환, (2) 기술적 대체로의 완전한 방향전환을 보인다.
3	재구성 (reconfiguration)	기존 기업과 니치간에 공생적 혁신, 새로운 연합관계가 형성된다. 혁신의 절차는 초기 부가기술→신-구기술의 새로운 조합→체제 구조의 변화를 만들어내는 혁신 연쇄효과가 예상된다.
4	이탈 및 재정렬 (de- & re-Alignment)	큰 변화가 갑자기, 다양하게 찾아오면 기존의 레짐에 참여하는 행위자들은 신뢰를 상실하고 기존 레짐으로부터 이탈하게 된다. 만약, 충분히 발달한 니치가 없다면 복수의 니치들이 경합하게 될 것이고 새로운 지배적 설계가 선택되면 새로운 레짐을 형성하게 될 것이다.

\* 자료 : Geels et al.(2016) 수정인용

## 제2절 디지털 신산업의 전환의 특성

2018년 연구에서는 사회기술시스템 관점에서 디지털 헬스케어, 혁신제약, 모빌리티, 프롭테크, 푸드테크, 디지털 물류·유통, AI스피카와 IoT 가전의 9대 디지털 신산업을 분석했다. 특히 사회기술시스템의 관점에서 거시환경, 산업레짐, 사회정치·경제 환경에 대해서 분석하고 혁신기업의 전략을 분석했다.

분석의 결과를 요약하면 다음 <표 2-2>와 <표 2-3>과 같다. 먼저 <표 2-2>에서 볼 수 있듯이 각각의 신산업은 고유의 거시환경과 산업레짐, 사회정치·경제 환경에 영향을 받으며 이에따른 혁신기업의 전략도 달라진다. 예를들어 의료와 디지털 융복합 기술로 환자의 건강 개선 및 헬스케어의 전달 방식을 개선시키는 디지털 헬스케어 분야의 경우 고령화와 만성질환의 증가가 거시환경의 변화에 필요성이 증가하고 있다. 이러한 거시환경의 변화에 따라 예측적, 예방적, 맞춤형, 참여적 서비스로 전환하는 산업 레짐의 압력이 있으며 강력한 규제도 영향을 받고 있다. 여기에 병원, 의사 및 사회단체 등과의 높아지는 갈등은 사회정치 환경의 압력이라 할 수 있다. 경제적으로는 국민건강의료보험의 재정악화의 압력을 받는다. 이러한 거시환경, 산업레짐, 사회정치·경제적 환경 변화에 혁신기업은 기존 보험 체계 안에서 보험수가와 연동하는 혁신을 펼치거나 인슈테크(insu-tech)나 미용산업으로 우회하여 진출하는 형태이다.

<표 2-3>은 이러한 환경요인에 따른 저해요인과 전환 유형을 도출한 표이다. 분석의 결과 전환 유형은 디지털 헬스케어와 혁신제약, 프롭테크는 재구성 유형, 디지털 물류와 유통, 푸드테크, 스마트 모빌리티(O2O)는 대체유형, 스마트 모빌리티(제조), AI스피커는 이탈과 재정렬, IoT가전은 변환 유형으로 구분할 수 있었다.

각 전환 유형 별로 재구성과 대체의 경우 사회적 이해집단간의 합의 미형성, 인센티브 부족 등 사회적 이슈가 디지털 전환을 가로막는 저해 요인으로 분석되었으며, 변환과 이탈 및 재정렬의 경우 주로 기술적 저해요인이 디지털 전환의 속도를 늦추는 것으로 확인했다. 따라서 이 디지털 전환을 가속화하기 위해서는 유형간에 전략적인 대응이 달라져야 함을 알 수 있었다.

〈표 5-2〉 분야별 디지털 전환의 특성

	거시환경	산업레짐	사회정치 환경	경제적 환경	혁신기업전략
디지털 헬스케어	고령화, 만성질환과 데이터 증가	예측적, 예방적, 맞춤형, 참여적 서비스로 전환 강한 법제도 규제	병원, 의사 및 사회단체와의 갈등과 정치화 이슈	재정악화, 민영화에 대한 사회적 반대 상대적으로 부족한 기술 역량	수가연동형 혁신 인슈테크 혁신 타 영역으로 우회 (건강, 뷰티 등)
디지털 혁신제약		개발 난이도 증가 블록버스터 신약에서 맞춤형 신약으로 전환 강한 법제도 규제	의약품 인허가에 대한 합의 미형성과 약가에 정보의 비대칭 (약효/R&D)	기업 영세성, 제약사-AI기업 간 협력 부재	연관영역 진출 (유전자 진단 등) 특정분야 집중 (후보물질발굴)
디지털 물류, 유통	온라인 커머스와 글로벌 물동량 증가	디바이스 다양화 데이터 산업으로 전환 다품종 소량과 공유 물류 증가	플랫폼 노동자의 처우개선 이슈	높은 대기업 내부거래비중, 유통과 물류 기업 간 경쟁심화	영역특화전략 (신선배송 등)
푸드테크	농업 인구·면적감소, 친환경 관심 증가, 1인 가구 증가	경험에서 데이터 기반으로 전환 법제도 규제	농민단체의 대기업 진출 반감	보조금 생태계 지속, 복잡한 유통구조	상생협력전략 (만나CEA) 영역특화전략 (컬리, 미트박스)
프롭테크	1인가구와 주택보급률의 증가, 공공데이터 개방	라이선스 기반, 낮은 부가가치의 거래 관행	허위매물에 대한 플랫폼 기업의 사회적 책임, 프롭테크 기업과 공인 중개사와의 갈등	공인중개사의 영세성과 종합 부동산 서비스 수요 증가, 전속 중개 계약의 비활성화	중개 영역은 공인중개사와 협업, 인테리어 등 연관영역 진출
스마트 모빌리티(제조)	저탄소 규제	위계적 독점구조→수평적 경쟁 서비스 산업으로 전환, 표준과 안전규제 존재	안전 기준에 대한 사회적 우려와 합의 미형성	원-하청 수직계열화와 전속거래제지속	R&D와 보완적 인프라 확충전략
스마트 모빌리티II(O2O)	공유경제의 등장	법제도 규제	택시, 정비, 세차 등 기존 사업자와의 갈등과 이슈 정치화	플랫폼 독점과 부의 편중	합의와 타협시도 규제우회 관련·비관련 다각화
스마트 디바이스 I (AI스피커)	디지털 네이티브의 등장과 인공지능 기술의 심화	AI+음성기반의 인터페이스	개인정보 보호 이슈	시장선점을 위한 경쟁심화	R&D와 보완적 인프라 확충전략
스마트 디바이스 II (IoT 가전)		CPND 재편성	해킹에 대한 사회적 우려 심화	스마트 소형가전 중심으로 혁신 증가	R&D와 보완적 인프라 확충

〈표 5-3〉 디지털 전환의 저해요인과 유형

	저해요인	체제전이의 경로(Transition Pathways)		
		전환의 유형	혁신 주체 특성	기술 특성
디지털 헬스케어	의료집단의 합의 미형성, 인센티브 미흡으로 기존 의료체제의 잠김	재구성 (reconfiguration)	새로운 혁신기업과 기존 기업 간의 새로운 얼라이언스 (혁신의 연쇄반응)	초기부가기술→신·구기술간 새로운 조합→체제 구조의 변화를 만들어내는 혁신 연쇄효과
디지털 혁신계약	기존 지식과 경험에 대한 기득권 기업의 레짐 잠김			
디지털 물류, 유통	기존 인프라에 대한 기득권 기업의 레짐 잠김	대체 (substitution)	신생기업의 과감한 혁신과 기존 기업의 제한적 혁신이 공존 (급진적 혁신이 기존 체제를 대체, 기존 체제도 점진적 전환)	급진적 혁신이 기존 기술체제를 대체
푸드테크	이해충돌 (농민단체-대기업) 기존 체제의 규제			
프롭테크	상한이 정해져있는 요율제 등 혁신 유인 부재	재구성 (reconfiguration)	행위자간 새로운 혁신의 조합 창출 (혁신의 연쇄반응)	초기부가기술→신·구기술간 새로운 조합→체제 구조의 변화를 만들어내는 혁신 연쇄효과
스마트 모빌리티 I (제조)	기술 진보와 성숙의 상황에 맞춘 보완적 인프라 확충 부족	변환 (transformation)	근본적 재정향 기존 기업에 의한 과감한 신기술 혁신 (부분적 탐색에서 근본적 탐색으로 전환)	신기술로의 방향전환 (1) 기존기업이 신기술과 구기술 모두 개발하는 부분적 방향전환 (2) 기술적 대체로의 완전한 방향전환
스마트 모빌리티 II (O2O)	이해충돌	대체 (substitution)	신-구 기업 간 갈등 심화 (신-구 체제간 충돌)	급진적 혁신이 기존 기술체제를 대체
스마트 디바이스 I (AI스피커)	기술 진보/성숙 부족	이탈과 재정렬 (re-alignment)	새로운 혁신기업에 의한 새로운 제도와 규칙 형성	기존 기술의 붕괴로 경쟁하고 있는 새로운 기업에게 혁신의 공간을 제공
스마트 디바이스 II (IoT 가전)	기술 진보/성숙 부족	변환 (transformation)	새로운 기술과 혁신에 대해 기존 기업의 근본적 재정향	신기술로의 방향전환 (1) 기존기업이 신기술과 구기술 모두 개발하는 부분적 방향전환 (2) 기술적 대체로의 완전한 방향전환

### 제3절 디지털 신산업의 새로운 접근

제4차 산업혁명이 등장하면서 산업과 사회의 혁명적 변화에 효과적으로 대응하기 위해 우리 사회가 해법으로 언급했던 것이 규제제거론이었으며, 주로 의지한 논리는 기술결정론과 사회결정론이었다. 1차년도 연구에서는 사회적 갈등이 혁신 성장을 가로막는 핵심 저해요인이라고 인식하고 우리 사회가 보다 효과적으로 신기술을 수용하며 진화할 수 있는 디지털 전환의 유형과 전략을 도출했다.

1차년도 연구의 시사점으로는 첫째는 전환의 특성과 유형에 따라 정부의 정책적 개입이 달라져야 한다는 점을 도출했다. 사회기술시스템 전환론에 따라 디지털 신산업의 전이 유형도 대체, 전환, 재구성 그리고 이탈과 재정렬의 네 가지 유형이 존재하며, 전환의 특성이란 기술의 상관성, 니치의 성숙도, 혁신을 주도하는 주체 등에 따라 전이의 유형이 결정된다고 할 수 있다. 따라서 정부는 이러한 전이유형에 맞춰 정책적 개입의 유형을 선택해야한다. 예를 들어 전환유형 중 대체의 경우 신규기업과 기존기업의 경쟁상황에 따라서 제도를 점진적으로 개선하거나, 니치혁신에 맞는 새로운 제도를 수립할 필요가 있다. 또한 변환(transformation)의 경우 기존 기업이 새로운 체제에 적응할 수 있도록 새로운 제도를 기존 제도에 중첩(layering) 할 필요가 있으며, 재구성이나 이탈과 재정렬에서도 제도의 변화가 필요하다(Geels, 2016). 일례로 온라인 중고차 거래플랫폼인 헤이딜러의 경우, 대체의 유형에 속하기 때문에 정부는 니치의 혁신을 장려하면서 기존 기업의 전환을 지원했어야함에도 혁신적 니치기업을 규제하고 기존 기업을 보호하는 조치를 취한 것은 대표적인 미스매칭의 사례이다.

둘째, 디지털 전환시대에 새로운 산업의 육성전략으로 전환의 경로관리(transition pathway management)가 중요하다. 즉, 대체 유형에서 전환으로, 전환에서 재구성으로, 재구성에서 이탈 등으로 유형 간에 비선형적인 전위(shift)가 가능하다(Geels, 2016). 이들 유형간의 전위는 거시적인 외부환경보다 오히려 내생적 요인(endogenous factor)에 의해 영향을 받는데, 예를 들어 기업은 정보전략(information strategy), 재정적 유인(financial incentive), 조직적 압력(organized pressure), 직접적 로비(direct lobbying), 대립전략(confrontational strategy) 등의 형태로 전환과정에 대응하고, 정부도 R&D지원과 규제와 제도개선, 시장의 개방과 보호 등이다. 예를 들어 과거 유럽의 석탄·화석 연료에서 재생에너지로의 전환 사례를 보면 다양한 정책적 수단으로 전이의 경로를 변환해 나간 것을 볼 수 있다. 독일은 니치에 의한 대체의 경로에서 출발했지만, 시장상황이 어려워지자 니치와 기존 기업 간에 공생적 협력을 유도해 나갔고, 영국의 경

우, 기존 에너지기업이 주도하는 이른바 전환의 경로를 따랐으나, 혁신이 더디게 진행되자 새로운 니치의 등장을 지원하는 방식으로 정부가 개입하면서 에너지산업의 체제 전환을 달성했다(Geels, 2016).

셋째, 대체나 이탈과 재정렬 유형에서 기존 기업들이 신규 기업들에 의해 잠식되면서 기존 기업에 의한 사회적 갈등이 표출된다. 예를 들어 스마트 팜을 추진하려는 기업과 정부와 농민단체와의 갈등, 카카오 카풀과 이에 반대하는 택시기사 등이 대표적 사례이다. 한편 전환이나 재구성의 유형에서도 기존 기업의 저항과 반대로 인해 디지털 혁신이 더디게 진행될 가능성이 존재한다. 이 유형의 경우, 기존 소수의 전문가 중심 혹은 관료중심의 하향식(Top-Down) 접근 방식에서 R&D투입, 대형 국책 과제 혹은 몇몇 규제의 제거를 주된 내용을 하는 전략으로는 해결하기 어렵고, 기술과 사회의 공진화적 관점을 가지고, 다양한 사회구성원이 참여해서 디지털 전환의 유용성과 위험성에 대한 사회적 담론을 형성하고, 인지와 합의의 수준을 동시에 끌어올리는 접근이 필요하다.

## 참 고 문 헌

### [국내 문헌]

- 김준연, 유재홍, 박강민(2016). 제4차 산업혁명과 산업의 디지털 전환: 위기와 전략, *소프트웨어정책연구소*, 연구 보고서 2016-003.
- 김준연, 박강민, 강송희, 조원영, 유재홍 (2018). 디지털 신산업의 혁신 생태계연구, *소프트웨어정책연구소*, 연구 보고서 2018-0002.
- 류충렬 (2017.7.30.). 융·복합 시대의 규제개혁, 추진방식의 변화가 필요하다, *미디어파인*.
- 문태훈 (2002). 시스템다이내믹스의 발전과 방법론적 위상. *한국시스템다이내믹스 연구*, 3(1), 61-77.
- 박노경 (2009). 계층적 군집분석과 DEA Tier 분석에 의한 클러스터링 측정방법: 은행산업적용. *Asia-Pacific Journal of Business & Commerce*, 1(2), 107-130.
- 임만석 (2014). 한국 공공갈등의 갈등과정분석틀 개발에 관한 연구. *한국정책학회보*, 23(4), 91-114.
- 이준민 (2019). 사회·기술시스템 관점에서의 공유모빌리티 연구: 한국과 중국 사례를 중심으로. *서울대학교 학위논문(박사)*.
- 홍성만, 박홍엽 (2006). 공공정책갈등 생성과 증폭요인 연구: 비선호시설 입지갈등 사례를 중심으로. *한국거버넌스학회 학술대회자료집*, 2006(2), 903-917.
- 장현숙, 이유진 (2017). 2017년 중소 수출기업 경쟁력 실태조사, *한국무역협회*, IIT Trade Focus 2017-32.

### [국외 문헌]

- Aitamurto, T., & Landemore, H. (2016). Crowdsourced Deliberation: The Case Of The Law On Off-Road Traffic In Finland. *Policy & Internet*, 8(2), 174-196.
- Appiahene, P., Missah, Y. M., & Najim, U. (2019), Evaluation of Information Technology Impact on Bank' s Performance: The Ghanaian Experience, *International Journal of Engineering Business Management* 11, 1-10.
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984), Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis, *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
- Bates, R., Greif, A., & Singh, S. (2002). Organizing Violence. *Journal Of Conflict Resolution*, 46(5), 599-628.
- Becchetti, L., Bedoya, D. A. L., & Paganetto, L. (2003), ICT Investment, Productivity and Efficiency: Evidence at Firm Level Using a Stochastic Frontier Approach, *Journal of Productivity Analysis*, 20, 143-167.
- Bogoviz, A. V., Skryl, T. V., Kapustyan, L. A., Ekimova, K. V., & Ragulina, J. V. (2019). Methodology Of Studying Socio-Economic Systems Through The Prism Of The Theory Of Cycles. *Conflict-Free Socio-Economic Systems: Perspectives And Contradictions*, 111-117.
- BSA (2016), The Economic Impact of Software, *BSA/The Software Alliance*.
- Cao, X., & Yang, F. (2011), Measuring the Performance of Internet Companies Using a Two-stage Data Envelopment Analysis Model, *Enterprise Information Systems*, 5(2), 207-217.
- Carroll, John & Cutcher-Gershenfeld, Joel & Dulac, Nicolas & Zipkin, David. (2019). Modeling, Analyzing, and Engineering NASA's Safety Culture.

- Castiglione, C. (2012), Technical Efficiency and ICT Investment in Italian Manufacturing Firms, *Applied Economics*, 44(14), 1749-1763.
- Caves, D. W., Christensen, L. R., & Diewert W. E. (1982), The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity, *Econometrica*, 50, 1393-1414.
- Ceccobelli, M., Gitto, S., & Mancuso, P. (2012), ICT Capital and Labour Productivity Growth: A Non-Parametric Analysis of 14 OECD Countries, *Telecommunications Policy*, 36, 282-292.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. L. (1978), Measuring the Efficiency of Decision Making Units, *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Chassang, S., & Padro-I-Miquel, G. (2009). Economic Shocks And Civil War. *Quarterly Journal Of Political Science*, 4(3), 211-228.
- Chen, Y., Liang, L, Yang, F., & Zhu, J. (2006), Evaluation of Information Technology Investment, *Computers & Operations Research*, 33, 1368-1379.
- Collier, P., & Hoeffler, A. (1998). On Economic Causes Of Civil War. *Oxford Economic Papers*, 50(4), 563-573.
- Collins, R. (1975). *Conflict Sociology: Toward An Explanatory Science*. Academic Press, New York.
- Colombo, M. G., Croce, A., & Grilli, L. (2013). ICT Services and Small Businesses' Productivity Gains: An Analysis of the Adoption of Broadband Internet Technology, *Information Economics and Policy*, 25, 171-189.
- Cummins, J. G., & Violante, G. L. (2002), Investment-Specific Technnical Change in the United States (1947-2000): Measurement and Macroeconomic Consequences, *Review of Economic Dynamics*, 5, 243-284.
- Dal Bo, E., & Dal Bo, P. (2011). Workers, Warriors, And Criminals: Social Conflict In General Equilibrium. *Journal Of The European Economic Association*, 9(4), 646-677.
- Deaton, A., & Laroque, G. (1992). On The Behaviour Of Commodity Prices. *The Review Of Economic Studies*, 59(1), 1-23.
- Deaton, A., & Miller, R. I. (1995). *International Commodity Prices, Macroeconomic Performance, And Politics In Sub-Saharan Africa*. Princeton, NJ.
- Dimelis, S. P., & Papaioannou, S. K. (2011), Technical Efficiency and the Role of ICT: A Comparison of Developed and Developing Countries, *Emerging Markets Finance & Trade*, 47(sup. 3), 40-53.
- Downes, L., & Mayo, J. W. (2014). The Evolution Of Innovation And The Evolution Of Regulation: Emerging Tensions And Emerging Opportunities In Communications. *CommLaw Conspectus*, 23, 10.
- Edquist, H., & Henrekson, M. (2017). Swedish Lessons: How Important Are ICT and R&D to Economic Growth?. *Structural Change and Economic Dynamics*, 42, 1-12.
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M., & Zhang, Z. (1994). Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries, *The American Economic Review*, 84, 66-83.
- Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (1996). From Data Mining To Knowledge Discovery In Databases. *Ai Magazine*, 17(3), 37-37.
- Fearon, J. D. (2005). Primary Commodity Exports And Civil War. *Journal Of Conflict Resolution*, 49(4), 483-507.
- Forrester, J. W. (1961). *Industrial Dynamics*. Portland: Productivity Press.
- Fujii, H., Shinozaki, A., Kagawa, S., & Managi, S. (2019). How Does Information and Communication

- Technology Capital Affect Productivity in the Energy Sector? New Evidence from 14 Countries, Considering the Transition to Renewable Energy Systems, *Energies*, 12(9), 1786.
- Geels, F. W., & Schot, J. (2007). Typology Of Sociotechnical Transition Pathways. *Research Policy*, 36(3), 399-417.
- Greenwood, J., Hercowitz, Z., & Krusell, P. (1997), Long-Run Implications of Investment-Specific Technological Change, *American Economic Review*, 87(3), 342-362.
- Gestel, R. V., & Dijck, G. V. (2011). Better Regulation Through Experimental Legislation. *European Public Law*, 17(3), 539-553.
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991). Quality Ladders In The Theory Of Growth. *The Review Of Economic Studies*, 58(1), 43-61.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic Growth And The Environment. *The Quarterly Journal Of Economics*, 110(2), 353-377.
- Hirshleifer, J. (1995). Theorizing About Conflict. *Handbook of Defense Economics*, 1, 165-189.
- Jäger, K. (2017), EU KLEMS Growth and Productivity Accounts 2017 Release: Description of Methodology and General Notes, *EU KLEMS the Conference Board*.
- Martínez, D., Rodríguez, J., & Torres J. L.(2010), ICT-specific Technology Change and Productivity Growth in the US: 1980-2004, *Information Economics and Policy*, 22, 121-129.
- Miguel, E., Satyanath, S., & Sergenti, E. (2004). Economic Shocks And Civil Conflict: An Instrumental Variables Approach. *Journal Of Political Economy*, 112(4), 725-753.
- Molinari, B., Rodríguez, J., & Torres, J. L. (2013), Growth and Technological Progress in Selected Pacific Countries, *Japan and the World Economy*, 28, 60-71.
- Mouelhi, R. B. A. (2009), Impact of the Adoption of Information and Communication Technologies on Firm Efficiency in the Tunisian Manufacturing Sector, *Economic Modelling*, 26, 961-967.
- OECD (2017), *OECD Digital Economy Outlook 2017*, OECD Publishing, Paris.
- Oh, D., Lee, J. (2010), A Metafrontier Approach for Measuring Malmquist Productivity Index, *Empirical Economics*, 38, 47-64.
- Ostrom, E., Gardner, R., Walker, J., Walker, J. M., & Walker, J. (1994). Rules, Games, And Common-Pool Resources. University Of Michigan Press.
- Pastor, J. T., & Lovell, C. A. K. (2005), A Global Malmquist Productivity Index, *Economic Theory*, 33, 591-599.
- Penna, C. C., & Geels, F. W. (2015). Climate Change And The Slow Reorientation Of The American Car Industry (1979?2012): An Application And Extension Of The Dialectic Issue Lifecycle (Dilc) Model. *Research Policy*, 44(5), 1029-1048.
- Papachristos, G. (2014). Towards multi-system sociotechnical transitions: why simulate. *Technology Analysis & Strategic Management*, 26(9), 1037-1055.
- Papachristos, G., & Adamides, E. (2016). A retroductive systems-based methodology for socio-technical transitions research. *Technological Forecasting and Social Change*, 108, 1-14.
- Ranchordas, S. (2015). Does Sharing Mean Caring: Regulating Innovation In The Sharing Economy. *Minn. JI Sci. & Tech.*, 16, 413.
- Repkine, A. (2008), ICT Penetration and Aggregate Production Efficiency: Empirical Evidence for a Cross-section of Fifty Countries, *Journal of Applied Economic Science*, 3(2), 65-72.

- Ross, M. (2006). Is Democracy Good For The Poor?. *American Journal Of Political Science*, 50(4), 860-874.
- Rummel, R. J. (1976). *Understanding Conflict And War: Vol. 2: The Conflict Helix*. Bev-Erly Hills: Sage.
- Ruutu, S., Casey, T., & Kotovirta, V. (2017). Development and competition of digital service platforms: A system dynamics approach. *Technological Forecasting and Social Change*, 117, 119-130.
- Schreyer, P. (2002), Computer Price Indices and International Growth and Productivity Comparison, *Review of Income Wealth*, 48(1), 15-31.
- Schweinberger, A. G., & Woodland, A. D. (2015). Entrepreneurship And Conflict Generating Product Price Changes. *European Economic Review*, 78, 158-174.
- Shin, I. (2006), Adoption of Enterprise Application Software and Firm Performance, *Small Business Economics*, 26(3), 241-256.
- Turnheim, B., & Geels, F. W. (2013). The Destabilisation Of Existing Regimes: Confronting A Multi-Dimensional Framework With A Case Study Of The British Coal Industry (1913~1967). *Research Policy*, 42(10), 1749-1767.
- Van Ark, B., Melka, J., Mulder, N., Timmer, M., & Ypma, G. (2002), *ICT Investment and Growth Accounts for the European Union 1980-2000*, Research Memorandum GD-56, Groningen Growth and Development Centre.
- Vu, K. M. (2013). Information and Communication Technology (ICT) and Singapore' s Economic Growth, *Information Economics and Policy*, 25, 284-300.
- Weekes-Bernard, D. (2007). *School Choice And Ethnic Segregation: Educational Decision-Making Among Black And Minority Ethnic Parents; A Runnymede Report*. Runnymede Trust.

## 주 의

1. 이 보고서는 소프트웨어정책연구소에서 수행한 연구보고서입니다.
2. 이 보고서의 내용을 발표할 때에는 반드시 소프트웨어정책연구소에서 수행한 연구결과임을 밝혀야 합니다.

비매품/무료



ISBN 978-89-6108-459-8



[소프트웨어정책연구소]에 의해 작성된 [SPRI 보고서]는 공공저작물 자유이용허락 표시기준 제 4유형(출처표시-상업적이용금지-변경금지)에 따라 이용할 수 있습니다.

(출처를 밝히면 자유로운 이용이 가능하지만, 영리목적으로 이용할 수 없고, 변경 없이 그대로 이용해야 합니다.)