



## 저작자표시-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

기술 대체 영향요인 도출 및  
Lotka-Volterra 경쟁 모형을 이용한  
차세대 기술 예측

지도교수 윤병운

동국대학교 대학원 산업시스템공학과

김혜인

2018

석사학위논문

기술 대체 영향요인 도출 및  
Lotka-Volterra 경쟁 모형을 이용한 차세대 기술 예측

김혜인

지도교수 윤병운

이 논문을 석사학위논문으로 제출함.

2017년 11월 23일

김혜인의 공학 석사학위 논문을 인준함.

2017년 11월 23일

위원장 박준영 (인)

위원 윤병운 (인)

위원 손영두 (인)

동국대학교대학원

# 목 차

제1장 서론	1
1.1 연구의 배경 및 목적	1
1.2 연구의 방법 및 구성	4
제 2 장 이론적 배경	6
2.1 기술 확산과 대체 (Technology diffusion & substitution)	6
2.2 로트카 볼테라 경쟁 모형 (LVC Model)	10
제 3 장 연구 프레임워크	14
3.1 연구 아이디어	14
3.2 전체 프레임워크	15
3.3 세부 프레임워크	18
3.3.1 과거 경쟁 기술의 LVC 모형 추정	18
3.3.2 요인 별 변화량과 가중치 반영한 보정 프로세스도출	20
3.3.3 차세대 기술 예측 및 유망 우선순위 제시	30
제 4 장 실증분석	32
4.1 분석대상 선정	32
4.2 디스플레이 산업의 과거 경쟁 LVC 모형 추정	33
4.3 기술대체 영향 요인 도출	35
4.3.1 경쟁 후보기술 도출	35

4.3.2 기술 경쟁, 대체 영향요인 도출 및 데이터 수집 .....	38
4.3.3 과거, 현재 경쟁 기술 간 요인 변화량 파악 .....	38
4.3.4 요인 별 가중치 도출 .....	42
4.4 차세대 기술 예측 .....	45
4.4.1 기술 간 경쟁관계 유형 파악 및 차세대 기술 도출 .....	45
4.4.2 차세대 기술 유망성 분석 .....	46
제 5 장 결과해석 및 논의 .....	47
5.1 Future Research .....	47
5.2 결론 .....	47
제 6 장 결론 .....	49
6.1 연구 결과 요약 .....	49
6.2 한계점 .....	50
참고문헌 .....	52
Abstract .....	56
<표 목 차>	
<표 2-2> 기술 확산 관련 모형 별 선행연구 .....	8
<표 3-1> LVC 모수에 따른 경쟁관계 유형 .....	18
<표 3-2> 데이터 구조화 결과 (예시) .....	19
<표 3-3> 기술 대체, 경쟁 요인 .....	21

<표 3-4> 주요 출원국의 평균 출원증가율 도출 (예시) .....	22
<표 3-5> 요인 보정 프로세스 .....	30
<표 3-6> 유망성 평가 지표 .....	31
<표 4-1> 특허 검색식 .....	33
<표 4-2> 모수 추정 시 PDP 데이터 .....	33
<표 4-3> 모수 추정 시 LCD 데이터 .....	33
<표 4-4> PDP와 LCD의 모형 추정 결과 .....	35
<표 4-5> 5개국의 평균 특허 출원 증가율 .....	36
<표 4-6> 차세대 디스플레이 기술 분류 .....	36
<표 4-7> 각 기술의 출원 증가율 .....	37
<표 4-8> 요인 보정 프로세스 .....	39
<표 4-9> 요인 보정 프로세스 .....	40
<표 4-10> 요인 보정 프로세스 .....	41
<표 4-11> 회귀분석 결과 .....	43
<표 4-12> 실증분석 결과 .....	45
<표 4-13> 유망성 평가 결과 .....	46

<그림목차>

<그림 1-1> 연구 체계도 .....	5
<그림 2-2> 성장곡선 .....	7
<그림 2-3> 기술성장곡선과 대체곡선 .....	10
<그림 3-1> 연구 개념도 .....	15
<그림 3-2> 과거 경쟁 기술의 LVC 모형 추정 프로세스 .....	20
<그림 3-3> LVC 모형 보정 프로세스 .....	24

<그림 3-4> LVC 계수와 요인 간 관계 .....	25
<그림 3-5> LVC 모형 보정 프로세스 (예시) .....	26
<그림 3-6> 차세대 기술 예측 및 유망성 분석 프로세스 .....	30
<그림 4-1> PDP와 LCD의 경쟁 추세 .....	35
<그림 4-2> LCD와 QLED의 경쟁 추세 .....	43
<그림 4-3> LCD와 FD의 경쟁 추세 .....	44
<그림 4-4> LCD와 3DD의 경쟁 추세 .....	44



# 제 1 장 서 론

## 1.1 연구의 배경 및 목적

국가 간 기업들의 치열한 시장경쟁, 신제품들의 출시 가속화 및 기술 개발 경쟁으로 인해 기술의 수명이 단축되면서 기술변화 주기가 가속화되고 있다(노대민 외, 2013; 양동욱 외, 2015). 이러한 급변하는 시장 속에서 신기술과 기존 기술의 경쟁은 심화되고 있으며 신기술이 시장에 출시되었을 때 성공적으로 소비자들에게 받아들여지지 않을 경우, 기술 자체가 시장에서 사라질 위험성이 매우 크다. 따라서 기업들은 지속적해서 소비자가 신기술을 기반으로 출시한 제품 간 세대교체를 수용하는지에 대한 파악이 필수적인데, 이는 기업의 성공뿐 아니라 산업의 표준을 새로이 결정지을 수 있는 중요한 사안이 될 수도 있기 때문이다(조영란 외, 2012).

기업들은 기존의 기술이 한계에 이르기 전, 기존기술을 대체할 수 있는 대안 기술들을 시장에 경쟁적으로 출시하게 된다. 두 가지 이상의 새로운 대체 기술이 차세대 기술이 되기 위해 경쟁을 하는 경우, 소비자는 결국 한 가지 기술을 활용한 제품을 선택하게 된다. 이것은 공식적 또는 법적으로 산업표준이라고 정해져 있지는 않지만, 시장에서의 표준의 임무를 수행하고 있는 사실상의 표준(de-facto standard)인 지배적 디자인(dominant design)이 출현했음을 의미한다(이수 외, 2014). 지배적 디자인이 출현 되는 이유는 크게 두 가지가 있는데, 첫 번째로는 특정 기술

이 더욱 많은 사람들에 의해 사용될수록 그 기술이 더욱 가치 있게 되는 기술사용에 따른 수확체증 현상이 존재하기 때문이고, 두 번째로는 사용자 기반의 확대에 의한 긍정적 망외부성 효과 때문이라고 할 수 있다(김길선 외, 2010). 이는 곧 여러 기업이 한 가지 기술을 공유할 경우 기업 간 기술적 협력 가능성이 커짐에 따라 공통된 플랫폼 구성하는 것이 가능해지는 것을 의미하며 그로 인해 다양한 보완재들이 집중되면서 큰 망외부성효과를 기대할 수 있음을 시사한다.

여러 기업은 자사의 기술이 지배적 디자인이 되기 위해 노력하는 것은 기업의 생존에 있어 매우 중요하다고 생각하기 때문에 차세대 지배적 디자인이 될 수 있는 후보 기술들을 분석함으로써 해당 기술들의 미래 영향력을 전망하고자 하는 시도가 두드러지고 있다. 이는 기업 및 산업에 연구 통찰력과 미래 방향성을 제시한다는 점과 기술의 진화 및 발전 방향성을 예측함으로써 전략적 R&D 방향 제시가 가능하기 때문이다. 이로 인해 최근 기존의 기술이 한계에 다다르는 기술 대체 시기에 새롭게 등장할 차세대 기술 예측을 하고자 후보 기술 간 경쟁과정에 영향을 미치는 요인에 대한 연구가 다양한 관점에서 치열하게 진행되고 있다(남기웅 외, 2009).

하지만 차세대 기술 선택에 영향을 미치는 요인 분석에 대한 중요성이 증가함에 따라 다양한 연구가 이뤄지고 있으나 다음과 같은 여러 한계점이 존재한다. 첫째, 기존의 기업 간 지배적 디자인(dominant design) 출현 경쟁을 다룬 연구들은 경영 전략적인 측면에서 접근하여 전략적 의사결정 도출에만 초점을 맞추고 있다(이수 외, 2012). 둘째, 각 연구자의 주요관점 및 연구대상에 따라 개별적인 결정요인 도출을 이끌었다는 한계가 존재한다(윤인환 외, 2014). 셋째, 경쟁하는 후보 기술들을 바탕으로

소비자의 선택 경쟁을 예측하는 경우 단순히 제품 사양 및 기술 성능 중심으로 차세대 기술의 가능성을 평가하는 한계가 존재하여 기술 대체 시기의 특성 및 후보 기술 간의 경쟁 관계 반영이 미흡하다. 따라서 제한된 관점이 아닌 기술 그 자체와 해당 기술이 속한 산업의 특징에 초점을 두고 영향 요인을 파악하며 경쟁 관계를 반영하는 방법론 개발이 필요하다.

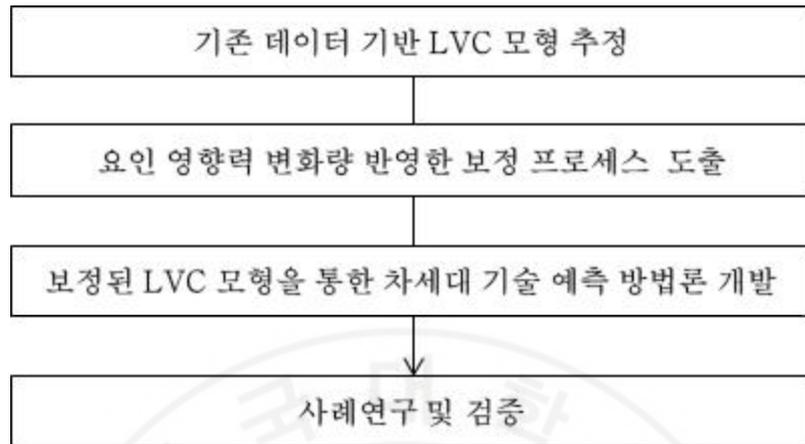
이러한 한계점을 해결하기 위하여, 본 연구에서는 차세대 기술 후보들과 기존의 차세대 기술과의 경쟁 관계를 파악하여 차세대 기술을 예측하고자 경쟁 확산 양상을 정량적으로 분석하여 차세대 기술을 예측할 수 있는 Lotka Volterra Competition (이하 LVC) 모형을 이용한 방법론을 제안한다. 또한 기술 경쟁, 대체에 영향을 미치는 요인들이 시간에 따른 변화량을 파악하여 이를 LVC 모형에 반영하여 보정을 하게 되는데, 이는 분석대상의 이전세대 자료만을 이용했다는 한계점을 보완하여 차세대 기술을 더욱 명확히 예측하기 위해서다.

제안하는 방법론은 비전문가들도 쉽게 이행할 수 있는 과정이며, 전통적인 전문가 기반의 방법론에 비해 상대적으로 단순하며 시간과 비용을 줄일 수 있다. LVC 모형을 사용함으로써 기술 간 동태적 경쟁 관계를 파악할 수 있고, 이전 세대 자료만 이용해 도출한 모형에 요인의 변화량을 반영한 보정작업을 거치면서 차세대 기술 도출이 가능해졌다. 또한, 기술 경쟁 양상이 복잡해지고 있는 사회에서 기술 간 연관 관계를 파악하고 또한 우위를 점하는 기술을 예측함으로써 향후 관련 기술의 R&D 의사결정을 지원할 수 있다. 따라서 제안한 방법론을 통해 유망한 차세대 기술을 체계적이고 학술적인 프로세스를 통해 탐색할 수 있을 것으로 기대된다.

## 1.2 연구의 방법 및 구성

본 연구는 다음과 같은 방법으로 수행된다. 먼저 차세대 기술 예측을 위한 전체적인 프레임워크를 제시한 후, 세부 프로세스를 설명한다. 프레임워크는 크게 세 개의 모듈로 구성되어 있는데 첫 번째 모듈은 분석대상 이전 세대 데이터를 이용하여 LVC 모형을 추정하는 과정이다. 두 번째 모듈에서는 과거와 현재 기술의 기술대체, 경쟁현상에 영향을 미치는 요인을 도출한 뒤, 과거와 현재 기술 간 영향 요인의 변화량을 파악하는 모듈이다. 세 번째 모듈은 첫 번째 모듈에서 도출한 모형을 기반으로, 두 번째 모듈에서 파악한 요인의 변화량을 보정함으로써 기술들 간 경쟁 관계를 파악하여 최종적인 차세대 기술을 발굴하는 모듈이다. 연구에서 제안된 방법론은 디스플레이 기술에 적용하여 실증 분석을 실행하여 차세대 기술을 예측하고자 한다.

본 연구의 체계도는 <그림 1-1>과 같다. 제 2장에서는 본 연구에서 활용한 이론적 배경을 살펴보고 제 3장에서는 기술 경쟁 시 영향을 미치는 요인과 그 변화량을 바탕으로 보정한 LVC 모형을 제시하여 차세대 기술을 예측하는 모형을 만들고자 한다. 제 4장에서는 디스플레이 기술 영역에서의 데이터를 수집하여 제안한 방법론을 실제로 적용하고자 하며 제 5장에서는 연구에서 제시한 방법론 및 실증분석 결과해석에 대하여 논의한다. 마지막으로 제 6장에서는 연구결과 요약, 한계점 등을 시사하며 결론을 맺는다.



<그림 1-1> 연구 체계도

## 제 2 장 이론적 배경

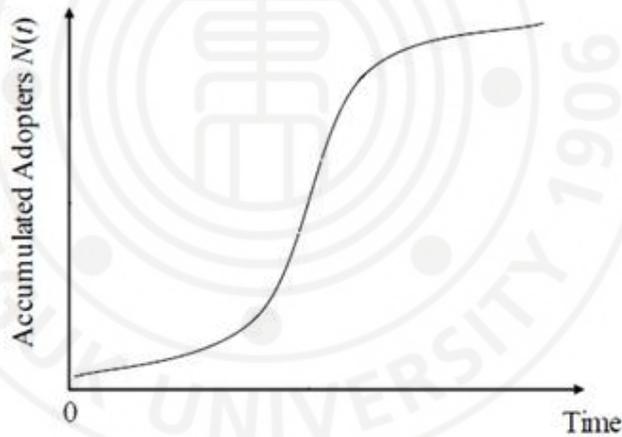
### 2.1. 기술 확산과 대체 (Technology diffusion & substitution)

확산이란 일반적으로 기술혁신이 이루어진 다음 해당 기술이 산업, 기업 간 또는 산업, 기업 내부 및 개인이나 조직 간에 확산되어 가는 과정을 의미한다. 최초의 혁신자에 의한 기술혁신이 보다 광범위한 사용자들인 기업이나 조직 수준에서 채택되어 혁신의 경제적 이득을 위해 이루어지는 모든 행위를 기술 확산이라고 한다(Rogers, 1995). 이러한 기술 확산 개념은 협의와 광의의 기술 확산 개념으로 나누어 볼 수 있다. 협의의 기술 확산이란 특정 기술이 연구적 가치나 상품적 가치로 혁신되기 위해 상품에 체화되지 않은 상태로 기업이나 연구소에서 채택되는 과정을 말한다(OECD, 1992). 이에 비해 광의의 기술 확산이란 상품에 체화된 기술이 일반인들에게 사용되는 과정까지를 포함한다(Rogers, 1995).

제품수명주기 이론에 따르면, 일반적으로 새로운 기술에 의해 시장은 도입기, 성장기, 성숙기, 안정기(혹은 쇠퇴기)의 네 단계를 거치면서 S자 형태로 성장한다고 설명한다. 이러한 성장곡선모형이 모든 시장에서 발견되는 것은 아니지만 보편인 시장의 경우 신기술 출현 시, 시장성장모형은 S자 형태의 곡선으로 나타나는 경우가 많다. 혁신의 확산을 다루는 확산모형은 신기술 및 신규 서비스가 시장에 도입된 후 확산되는 과정을 설명하고 예측하기 하여 사용된다. 시간 변화에 대한 누적 구매의 변화

를 살펴보면 <그림 2-2>과 같이 대다수가 S자형 곡선을 띠게 되는데 이를 성장곡선이라고 부른다.

대표적인 성장모형으로는 로지스틱 모형과 곰페르츠 모형이 있으며, Bass 모형은 확산모형의 대표적인 모델이다. 성장 및 확산모형은 시장규모의 초기 데이터를 기초로 중장기 예측에 높은 설명력을 보이며, 또한 확보한 시장 데이터 수가 많지 않더라도 미래 시장규모 추정이 가능함으로 새로운 제품 및 서비스 예측에 자주 사용되고 있다. 확산모형을 활용한 예측관련 연구는 1960년대 후반부터 현재까지 시대의 변화를 반영하며 활발한 연구가 진행 중이다.



<그림 2-2> 성장곡선

<표 2-2> 기술 확산 관련 모형 별 선행연구

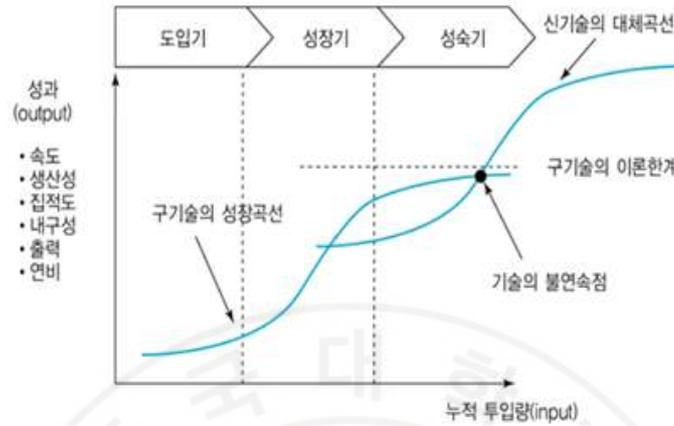
방법론	분석목적	저자
Harvey Model, Logistic Model	뉴질랜드 전력 소모량 예측 적합성 및 정확도 비교	Zaid Mohamed, Pat Bodger (2004)
Bass Model	127개의 미국 기업들을 대상으로 기술확산에서 모방과정을 Bass Model을 이용하여 분석	Mahajan et al. (1988)
Bass Model	서지분석학과 Bass Model을 동시에 고려한 기술 확산 모형 제시	Daim&Sumtharasaj (2009)
Logistic Model	기술 확산 예측을 위해 기존과 다르게 일반화한 Logistic model 제안	Aslan Lotfi et al., (2014)
Logistic Model	열 부문의 바이오 에너지원의 미래 전망치 추정	이철용 (2012)
Gompertz Model	HEV와 EV의 연료 전지 기술을 콤펌리츠 성장곡선을 이용하여 예측한 뒤 기술 성숙도 평가	Manohar Nagula (2016)
Fisher-Pry Model	특허 정보를 활용하여 의료 애플리케이션에 사용되는 3가지 유형의 바이오 센서 기술 성숙도 예측	Nasir J. Sheikh&Omar Sheikh (2016)
Bass model, LVC Model	xDSL, 광, HFC의 3개 기술 간 서비스 기술 확산 방향 예측	최선미&박명철 (2015)
LVC Model	한국 모바일 이동통신 서비스 간 경쟁 관계 파악 및 균형 분석	Moonsoo Kim&Sungjoo Lee (2011)

기술 대체(Technology Substitution)란 새로운 기술에 의한 갑작스러운 완전 대체가 아니라 일정기간 동안 두 기술이 병존하면서 새로운 기술이

점차 시장을 지배해 가는 과정을 의미하며(KISTI, 2004), 이러한 경쟁력 있는 대체기술의 등장은 전체시장의 규모와 성장률, 시장구조에 중요한 영향을 끼친다. 기술 대체는 기술대체 곡선 (Technology substitution curve)으로도 설명 가능한데, 이는 기술 성장 및 수요곡선(technology growth curve)와 같은 S-curve 형태를 띄지만 새로 개발된 신기술이 현재 시장을 장악하고 있는 기술을 어떻게 대체해나가는지 보여주는 곡선이다. 대체 곡선을 보면 초기에 새로운 신기술이 현재의 기술을 한 번에 대체하지 못하고 서서히 잠식하다가 신기술의 우월성이 시장에서 인식되기 시작하면 빠른 속도로 대체하는 것을 확인할 수 있다(김도관 외, 2013). 이 때 모든 기술이 한계에 도달하여 신기술이 출현하는 것은 아니지만 일반적으로 기존 기술이 한계에 다다르기 전 신기술이 등장하여 새로운 곡선으로 나타난다(Schilling, 2005; 김능진, 2009).

대체곡선을 이용하여 기술 대체 형상을 분석하는 모형 중 성능이 우수한 제품이 기존제품을 대체해서 확산해 나가는 현상을 설명하는 Bass 모형과 특정한 응용분야에서 신세대로 인한 구세대의 대체하는 과정을 설명하는 Fisher-Pry 모형의 경우 대표적인 기술 대체 모형이다.

기술 대체를 예측하여 기술 변화에 대한 적절한 대응을 하는 것은 기업의 생존을 결정하는 기술기반 산업에서 전략적 이슈가 되고 있다 (Anderson & Tushman, 1990; Cristensen & Rosebloom, 1995). 따라서 특정 기술이 경쟁우위를 차지하기 위해서는 기술 수용주기에 초기시장과 주류시장에 캐즘(Chasm)을 극복해야 하므로 본 연구에서는 혼재한 기술들 간의 경쟁을 통해 캐즘(Chasm)을 극복하고 선택되어진 차세대 기술을 예측하고자 한다.



<그림 2-3> 기술성장곡선과 대체곡선

## 2.2 로트카 볼테라 경쟁 모형 (LVC Model)

1970년대 중반 이후 경제학 등 여러 분야에서 게임이론의 다양한 적용이 이뤄지고 있다. 게임이론은 자신의 선택이 타인에게 영향을 미치고 그로인해 타인의 행동변화가 자신의 결정에 또다시 영향을 미치게 되는 상황을 나타내며, 이러한 상황 속에서 상대방의 행동예측이나 기대를 바탕으로 자신의 효용을 극대화 하는 합리적인 행동(rational behavior)을 결정하는 것을 전략이라고 정의한다(김완진, 2005). 하지만 게임 상황에서 늘 합리적인 결정을 내리지 않는다는 한계점이 여러 연구를 통해 드러났고(Fehr & Gaechter, 2000; Issac & Walker, 1988; Thaler & Sunstein, 2003), 이런 한계를 극복하는 일환으로 자연선택이라는 생물학적 매커니즘을 접목한 진화적 게임이론이 등장했다(정주영, 2016). 진화적 게임이론은 전통적 게임이론으로는 설명하지 못했던 이타주의적인 성향들, 호혜성, 신뢰, 규범 준수행위 등의 다양한 개념을 아우르면서 설명

력을 높였다(최정규, 2013). 진화적 게임이론은 생물학의 공진화(co-evolution)현상을 이론적 토대로 하고 있다. 공진화는 구성원 모두가 다른 구성원들과의 상호작용을 통해 함께 진화하는 현상을 의미한다. 이러한 공진화 현상을 잘 반영하면서 수학적 모형으로 비교적 쉽게 나타낸 모형이 LVC 모형이다(Dieckmann, 1995; Lotka, 1925; Mahajan, V., Wind, Y., 1986).

LVC모형이란 경쟁 확산모형 중 하나로써, 1950년대 생태계에서 동일한 먹이를 두고 경쟁하는 생물체 간의 상호작용을 설명하기 위해 제시된 이론이지만 최근에는 다세대 기술 진화과정을 설명하는데 적용되고 있다. 즉, 기술 분야 내에서 시간에 따라 복수의 신기술들이 지속적으로 개발되고 상용화되어 확산되는 과정을 모사하는 다세대 기술진화에 대한 설명에 적합한 모형으로 이중 개체간의 내부, 외부 영향에 따른 상태 변화를 나타냄으로써 기존의 확산모형에서 강조하던 개인의 행태뿐만 아니라 집단 전체의 행동 패턴에 대한 영향을 내포한다.

제한된 자원을 두고 경쟁하는 두 집단(기술 1, 2)의 관계를 표현한 기본적인 LVC 방정식은 다음 식 (1), (2)과 같다.

$$\frac{dX(t)}{dt} = a_1 X(t) + a_2 X(t)^2 + a_3 X(t) Y(t) \quad (1)$$

$$\frac{dY(t)}{dt} = b_1 Y(t) + b_2 Y(t)^2 + b_3 Y(t) X(t) \quad (2)$$

$X(t), Y(t)$  :  $t$  시점에 기술1, 기술2에 대한 수요 누적값

$a_1, b_1$  : 자신의 수요 확산에 의해 받는 영향

$a_2, b_2$  : 자신의 수요 증가에 의해 받는 영향

$a_3, b_3$  : 경쟁 기술에 의해 받는 영향

LVC 모형을 이용하여 기술의 확산과정을 설명한 연구는 다양하게 진행되고 있다. Cho와 Cho(2003)은 ADSL과 VDSL의 두 기술 간 상호 경쟁 및 대체를 LVC 모형에 적용하여 진화 방향성을 파악하였고, 이성준 외(2003)은 국내 주식시장의 거래소 시장과 코스닥 시장의 경쟁관계를 LVC 모형을 통해 파악하여 동태적 실증분석을 실시하였다. 전반적으로 선행연구들은 기술 간 LVC 모형의 모수 또는 계수의 의미를 파악하여, 어떤 기술이 추후에 살아남을지 예측한 것이 주를 이루고 있었다. 하지만 최선미와 박명철(2015)와 같은 경우, LVC가 두 개의 기술(개체) 간 상호관계를 파악한다는 한계점을 극복하고자 이를 다세대 LVC 모형으로 변형한 뒤, 3개의 인터넷 서비스에 적용하여 기술 확산 방향을 예측하였다. 이렇게 LVC 모형의 적용 대상을 변형하는 것 이외에도 LVC 모형 내 새로운 관점을 반영하기 위해 LVC 모형을 변형한 연구도 있다. 김윤배 외(2001)와 Bazykin(1998)은 모형 내 잠재시장 규모를 추정할 수 있도록 시장규모라는 모수를 추가하기 위해 모형을 변형하였고, 김문수와 이성주(2008)은 해당 모형의 일부분을 변형하여 기술 간 경쟁 확산모형으로 제안하였다.

LVC 모형을 이용하여 기술의 확산 및 대체를 예측한 연구들은 초기의 데이터를 통해 비선형 모수 추정을 하여 유의한 계수를 도출하는 방식으로 연구를 진행하였다. 동적인 변화를 포함하고 기술 경쟁 관계를 반영했다는 학문적 기여점이 존재 하지만 현실적인 복잡성을 반영하지 못했다는 점(김윤배 외, 2001)과 기술 분야에 따라 각각의 기술 경쟁이 갖고 있는 특징을 반영하지 못한 한계점이 존재한다.

본 연구에서는 기술 대체, 경쟁에 영향을 미치는 요인의 변화량, 즉 분석대상의 특성을 LVC 모형 보정 프로세스에 반영함으로써 이러한 한계

점을 보완하고자 한다. 기술 집단의 동적인 변화를 포함하고 경쟁 관계 유형을 나타내는 보정된 LVC 모형을 도출하여 최종적으로 차세대 기술을 예측하고자 한다.

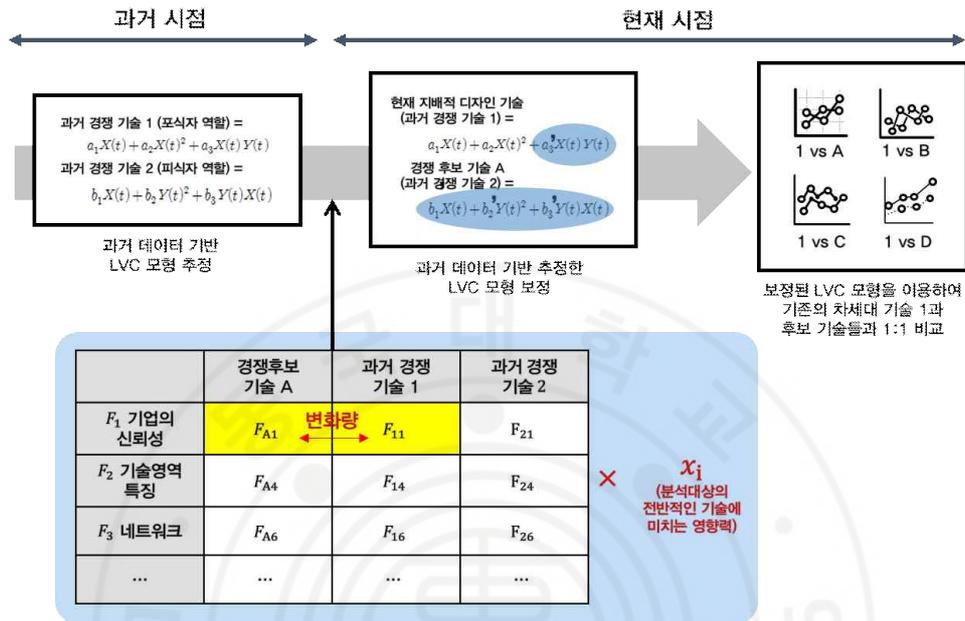


## 제 3 장 연구 프레임워크

### 3.1 연구 아이디어

최근 일어나는 기술 경쟁의 경우 누적 데이터 수가 부족하여 정량적인 방법을 이용한 차세대 기술 예측이 어렵다. 따라서 분석대상의 이전세대 데이터를 기반으로 모수 추정을 실시 한 후, LVC 모형에 기술 확산과 대체에 영향을 미치는 요인과 시간에 따른 요인 값의 변화량을 반영한 보정계수를 도출하여 적용함으로써 모형을 보정하고자 한다. 본 연구는 보정된 LVC 모형을 통해 차세대 기술 중 가장 유망성이 높으며 경쟁력이 강한 후보기술 파악을 목표로 한다.

<그림3-1>는 전반적인 연구 아이디어를 나타낸다. 먼저 분석대상의 과거 경쟁 사례를 분석하기 위해 과거 기술 1, 2의 연도별 등록특허 수를 통해 LVC 모형을 추정하였고 이 후, 도출된 영향 요인의 변화량을 반영한 기존 모형 계수 보정 프로세스를 통해 모형을 보정한다. 이 때, 요인의 중요도나 영향력이 반영되지 않은 상태로 일괄적으로 적용되는 한계점을 보완하고자 차등적으로 모형에 보정 될 수 있도록 가중치를 사용한다. 구기술과 신기술의 정량적인 데이터를 기반으로 모형을 보정함으로써 차세대 기술 예측 시, 높은 정확성을 얻을 수 있다. 보정된 모형을 이용하여 차세대 기술의 후보로써 존재하는 기술들과 기존의 차세대 기술 간 1:1 비교를 진행하고, 각 기술 간의 경쟁관계 유형을 파악하여 그 중 경쟁우위를 차지하는 기술만을 도출하여 차세대 기술로 정의한다.



<그림 3-1> 연구 개념도

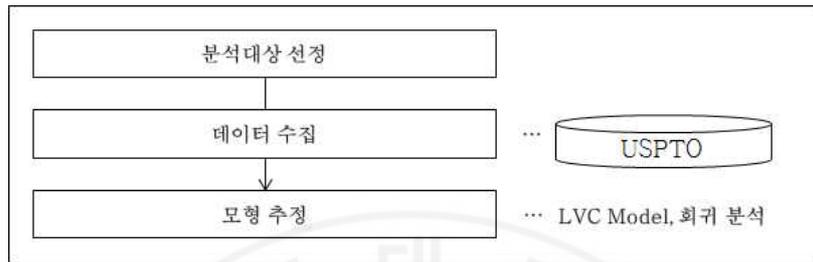
### 3.2 전체 프레임워크

본 연구의 프레임워크는 <그림 3-2>와 같이 크게 세 개의 모듈로 구성된다. 첫 번째 모듈은 분석대상의 이전세대인 과거 기술이 경쟁 시, 어떠한 경쟁 양상을 보였는지 파악함으로써 기본 LVC 모형을 도출한다. 이 후 기술 대체에 영향을 미치는 기술 경쟁, 대체 요인에 대한 시간에 따른 변화량을 파악하는 단계로 이를 이용하여 모형을 보정하는 프로세스를 도출하고자 한다. 마지막으로 세 번째 모듈은 첫 번째 모듈을 통해 도출한 모형을 이전세대 데이터를 기반으로 보정하는 단계이다. 해당 단계는 과거 데이터만 이용하여 모형을 추정하였다는 한계점을 보정 프로

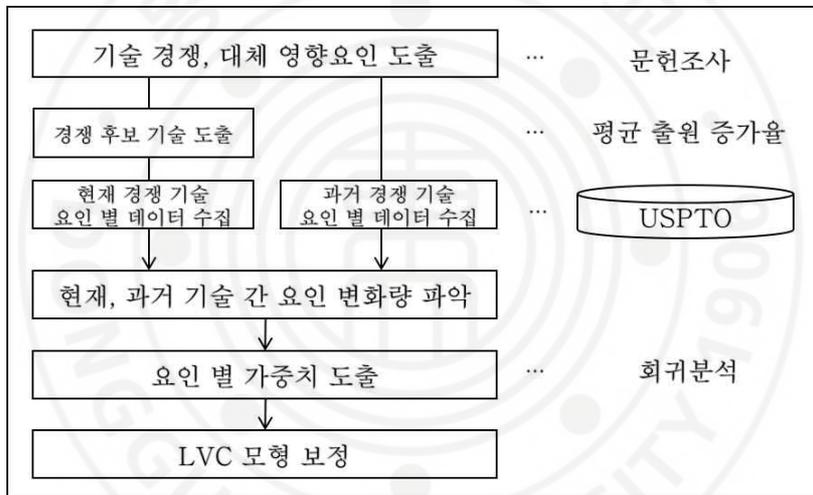
세스를 통해 해결하고자 한다.

본 연구에서 기술 간 경쟁 관계를 파악하기 위해 연도별 등록 특허 개수를 사용하였기 때문에 분석 대상 기술을 선정한 뒤 해당 기술의 키워드 검색식을 작성하여 특허 데이터를 수집한다. 미국특허청(USPTO) 등 특허 데이터 검색, 수집하고 노이즈 제거를 실시한다. 제품 또는 기술의 확산으로 인해 기술 대체를 발생시키는 특성 요인에 대한 선행 연구를 조사한 후, 해당 요인들의 연구 적합성과 데이터 가용성을 고려하여 본 연구에서 이용할 요인을 선정하게 된다. 선정된 요인들의 조작적 정의에 의거하여 분석대상의 이전세대에 경쟁했던 기술들의 요인 별 데이터를 수집하고, 이와 동시에 분석대상 산업 내 차세대 기술의 유망성을 파악할 기술 후보를 도출한다. 이 때 선정된 요인들의 상대적인 중요도를 파악하기 위해 적용하고자 하는 기술의 전체 특허 출원에 미친 영향력을 회귀분석을 통해 파악하고, 그 결과 얻게 된 회귀계수를 요인의 가중치로 사용한다. 후보기술들의 요인 별 데이터를 수집한 후, 과거 경쟁했던 현재 경쟁하고 있는 기술들의 요인 별 데이터 변화량과 가중치를 반영한 보정 프로세스를 적용한다. 보정 프로세스는 LVC 모형의 계수가 나타내는 의미에 따라 다르게 적용되어 보정된다. 보정된 LVC 모형을 기반으로 차세대 기술을 예측하기 위해 기존의 포식자 역할을 하고 있는 기술과 각 후보 기술을 1:1로 비교한 후, 각 기술의 LVC 모형 내 상호영향 관계를 정리한다. 다양한 경쟁관계 유형 중 포식자-피식자와 상호공존, 일방적 수혜와 같은 유형에서 포식자 역할을 하는 기술들만 도출한 뒤, 유망성을 평가한다. 이는 차세대 기술로 예측된 기술을 유망성 점수로 나타내어 우선순위를 제시함으로써 최종적으로 가장 유망성이 높은 차세대 기술을 예측하기 위해서다.

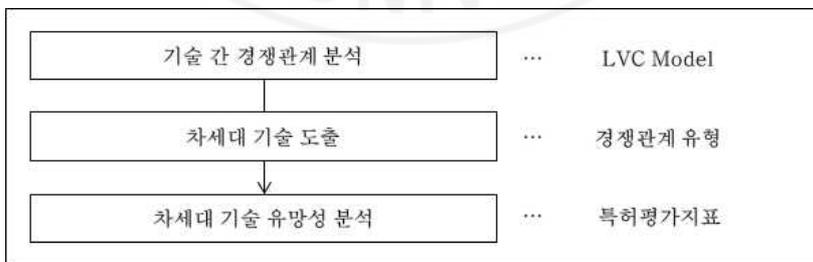
(모듈 1) 분석대상의 이전세대 데이터 기반 LVC 모형 추정



(모듈 2) 요인의 변화량 반영한 보정 프로세스 도출



(모듈 3) 차세대 기술 예측 및 유망 우선순위 제시



### 3.3 세부 프레임워크

#### 3.3.1 과거 경쟁 기술의 LVC 모형 추정

본 연구는 기존의 데이터를 기반으로 도출한 LVC 모형을 보정하기 위해서 과거와 현재 경쟁하는 기술의 데이터를 필요하기 때문에, 다세대 기술을 분석대상으로 선정한다. 연도 별 등록 특허 개수를 분석하여 과거 기술 1, 2의 경쟁 관계를 파악하고, 이러한 양상을 반영하는 LVC 모형을 이용하여 모수 추정을 실시한다. 이 때 경쟁 양상을 LVC 모형의 계수와 특정 항의 부호를 통해 두 기술 간 경쟁 관계 유형을 <표 3-1>와 같이 파악할 수 있다.

<표 3-1> LVC 모수에 따른 경쟁관계 유형

$a_3, b_3$		경쟁관계 유형	설명
-	-	순수 경쟁	서로 상대방 집단으로 인해 방해 받는 상황
+	-	포식자-피식자	한 집단이 다른 집단의 직접적인 먹이가 되는 상황
+	+	상호 공존	상호 공존하는 공생 상황
+	0	일방적 수혜	한 집단은 다른 집단으로부터 혜택을 받으나 다른 집단은 아무런 영향도 받지 않는 상황
-	0	일방적 피해	한 집단은 다른 집단으로부터 피해를 입지 않으나, 다른 집단은 아무런 영향도 받지 않는 상황
0	0	중립	두 집단 간 서로 영향이 없는 상황

$a_3, b_3$  : 경쟁기술에 의해 받는 영향

미국특허청(USPTO; United States Patent and Trademark Office)에서 수집한 특허데이터를 바탕으로 기술의 연도 별 등록특허 개수를 도출한다. 각 기술의 LVC 모형 추정을 위한 데이터 구조화를 <표 3-2>와 같이 실시한 후, 구조화 된 데이터를 기반으로 비모수 회귀분석을 실시한다. 비모수 분석은 관측 값이 어느 특정한 확률분포를 따르다고 전제할 수 없는 경우 사용하는 통계적 기법이다. 이 때 도출된 LVC 모형은 과거에 이미 경쟁이 끝난 기술 1, 2의 데이터를 기반으로 도출한 것으로 과거 당시 기술 간 경쟁관계 유형 파악이 가능하다.

<표 3-2> 데이터 구조화 결과 (예시)

$\frac{dX(t)}{dt}$	$X(t)$	$X(t)^2$	$X(t)Y(t)$	$\frac{dY(t)}{dt}$	$Y(t)$	$Y(t)^2$	$Y(t)X(t)$
16	24	-576	-3216	67	134	-17956	-3216
11	35	-1225	-6300	46	180	-32400	-6300
6	41	-1681	-10660	80	260	-67600	-10660
...	...	...	...	...	...	...	...

$X(t), Y(t)$  :  $t$  시점에 기술1, 기술2에 대한 수요누적값

$a_1, b_1$  : 자신의수요 확산에 의해 받는 영향

$a_2, b_2$  : 자신의수요 증가에 의해 받는 영향

$a_3, b_3$  : 경쟁기술에 의해 받는 영향



<그림 3-2> 과거 경쟁 기술의 LVC 모형 추정 프로세스

### 3.2.2 요인 별 변화량과 가중치 반영한 보정 프로세스도출

기술 대체와 경쟁에 미치는 영향요인은 시간에 따라 변화가 발생한다. 분석대상의 이전세대 데이터만을 이용하여 도출한 모형을 기반으로, 이러한 현재와 과거의 경쟁 시 요인의 변화량을 반영하여 보정함으로써 과거 데이터만을 이용했다는 한계점 보완과 현재 경쟁 데이터를 반영함으로써 예측의 정확성을 높일 수 있다. 따라서 본 연구에서는 요인의 변화량을 반영한 보정 프로세스가 필수적이므로 이를 위해 <그림 3-3>과 같이 먼저 기술 확산에 영향을 미치는 기술 경쟁, 대체 요인에 대한 문헌 조사를 실시한다. 선행연구를 바탕으로 본 연구에서 해당 요인이 사용되기에 적합한지, 또한 요인의 각 데이터를 수집이 가능한지 고려한 후 도출한 요인들을 다음 <표 3-3>같이 정리하였다.

〈표 3-3〉 기술 대체, 경쟁 요인

구분	변수	설명	지표		출처
			조각적 정의	수식	
기술 대체 요인	기업의 신기술성	기업에 대한 일반적인 평판 및 생산능률에 대한 신뢰 정도	기술특허지수 해당기술의 출원인 별 질적 수준을 나타내는 영향력지수(CPP) 값을 도출함으로써 각 출원인(기업) 별 기술력과 영향력을 파악	$\text{기술특허지수} = \text{영향력지수} \times \text{특허건수}$	Suarez(2004), 이수 외(2012)
	기술영역 특장	상호교환정보 가능성 및 공동개발모임 형성 가능성	융합 특허 지수 IPC 기술분류 중 대부분에 따라, 2가지 이상의 대부분에 포함되는 특허의 비율을 산출하여 이중 기술간 융합 여부를 판단	$\text{융합특허지수} = \frac{\text{해당기술의(융합특허수/특허수)}}{\text{전체의(융합특허수/특허수)}}$	Suarez(2004), 이수 외(2012)
	네트워킹 효과	광범위한 고객기반의 존재	특허 권리 현황 특허 권리를 통해 현재까지 특허 유지비용을 지불하며 유지하는 특허 개수를 통해 해당 기술을 파악	특허 권리 현황 = $\frac{\text{유지특허수}}{\text{해당년도전체특허수}}$	Suarez(2004), 안인환 외(2014)
	보완제 가용성	연계 및 호환이 가능한 기술 및 제품의 가용성	보완제 기술 특허 개수 무원조사를 통해 가장 보편적으로 사용되는 분석대상인 보완제 기술을 도출한 뒤, 보완제 기술의 연도별 특허 개수를 파악함으로써 보완제 기술의 가용성 및 성능(performance)을 확인	해당 기술의 보완제 기술의 연도 별 특허 개수	임명성 외(2011)
	우월성	경쟁기술 대비 뛰어난 점 또는 더 나은 성능을 제시할 수 있는 능력	피인용 특허 지수 피인용 수를 통해 특허의 기술적 중요도와 발명의 경제적 가치를 반영함으로써 후속기술개발에 미치는 영향력 측정	피인용특허지수 = $\frac{\text{해당년도의특허피인용수}}{\text{기술분류기동일한특허군의피인용수평균}}$	Suarez(2004), 이수 외(2012), Liesenkotter, &Schewe(2012)
기술 경쟁 요인	고객기반	기업의 제품을 사용하고 있는 고객의 수	시장확보지수 해당국가에서 상업적인 이익 또는 기술경제 관계에 있을 때에만 해외에 특허를 출원하므로 Family Patent 수가 많을 때에는 특허를 통한 시장성이 크다고 판단되어 이를 시장확보력의 지표로 사용함	시장확보지수 = $\frac{\text{해당년도의특허패밀리국가수}}{\text{기술분류기동일한특허군의패밀리국가수평균}}$	Suarez(2004), 임명성 외(2011), Klenner et al(2013)
	경쟁업체 경쟁	경쟁장도	허위담 지수 일대 시장에서의 특허질 현황과 경쟁 강도를 평가하기 위해 사용되는 지표로 특허데이터를 사용하게 되면 기술적 측면의 특과점 상황과 기술경쟁의 강도에 대한 정보 파악	$HHI = \sum_{i=1}^N S_i^2 = \sum_{i=1}^N \left( \frac{N_i}{N} \times 100 \right)^2$	Thomas S. Robertson and Hubert Gatignon (1986), Tripsas(1997), Bessant et al (2005), Schiarone(2011)

요인들을 선정 후 현재와 과거 기술 간 요인의 변화량을 파악하기 위해 먼저, 현재 경쟁하고 있는 차세대 기술의 후보 기술들을 도출한다. 후보 기술들은 최근 급부상하고 있는 기술을 도출하기 위해 연도 구간 별 특히 기술의 출원 경향을 살펴본다(KEIT, 2013). 주요 특히 출원국인 한국, 미국, 일본, 유럽, 중국의 최근 5개년도(2010~2015년)구간 총 출원 건수와 이전 5개년도(2005~2009년)구간 총 출원 건수를 비교하여 주요 출원국의 평균 출원 증가율을 도출함으로써 부상도를 파악할 수 있다.

<표 3-4> 주요 출원국의 평균 출원증가율 도출 (예시)

	이전 5개년도 (05~09년) 구간 출원 건수	최근 5개년도 (10~15년) 구간 출원 건수	출원증가율(%)
한국	60건	82건	36.7%
미국	82건	170건	107%
...	...	...	...

평균 출원 증가율 보다 높은 증가율을 나타내는 상위 3개의 기술을 최종 부상기술로 정의한다. 도출된 후보 기술들은 마지막 모듈에서 기존의 차세대 기술보다 뛰어난 역량으로 경쟁 관계에서 우위를 차지할 수 있는지 1:1 비교를 통해 파악한다. 도출된 후보 기술 3개를 기반으로 각 요인 별 데이터를 동시에 수집한 후 데이터 정규화를 실시한다. 이와 동시에 첫 번째 모듈에서 모형 추정을 했던 과거 경쟁 기술 1, 2의 요인 별 데이터를 수집한 후 데이터 정규화를 실시한다.

모형을 보정하기 위해 경쟁기술의 시대에 따른 요인의 값 차이를 파악하였으나, 요인의 중요도나 영향력이 반영되지 않은 채 일괄적으로 적용되기에는 한계점이 존재 할 수 있다. 따라서 각 요인이 분석 대상의 기술에 미치는 영향력이나 중요도에 따라 모형에 차등적으로 보정될 수 있

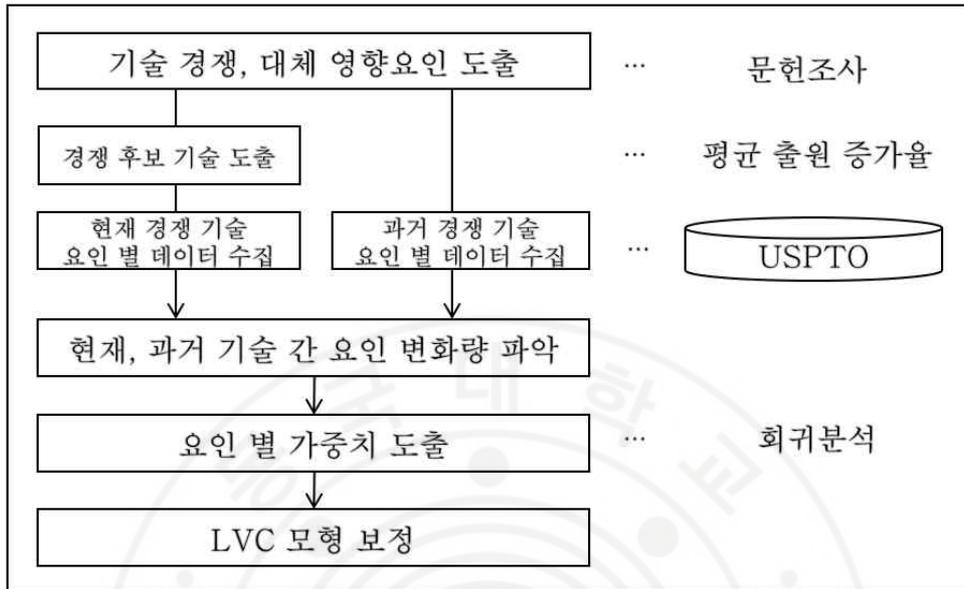
도록 요인의 영향력을 파악하여 이를 가중치로 사용하여 보정하도록 한다. 이를 위해 회귀분석을 실시하는데, 종속변수는 전체 분석대상 기술을 모두 아우르는 전체 기술의 등록 특허 개수이며 독립변수는 전체 기술을 대상으로 도출한 요인의 값으로 선정하여 실시한다. 결과로 도출된 유의한 요인의 영향력을 파악한 후, 이를 가중치로써 모형 보정을 실시한다. 이를 경쟁 집단에 의해 받는 영향을 나타내는 계수인  $b_3$ 를 통해 보정식을 나타내면 다음과 같다.

$$b_3' = b_3(F_{1\Delta} \cdot Q_1 + F_{4\Delta} \cdot Q_4 + F_{6\Delta} \cdot Q_6 + F_{7\Delta} \cdot Q_7)$$

$b_3'$ : 보정된 계수  $b_3$

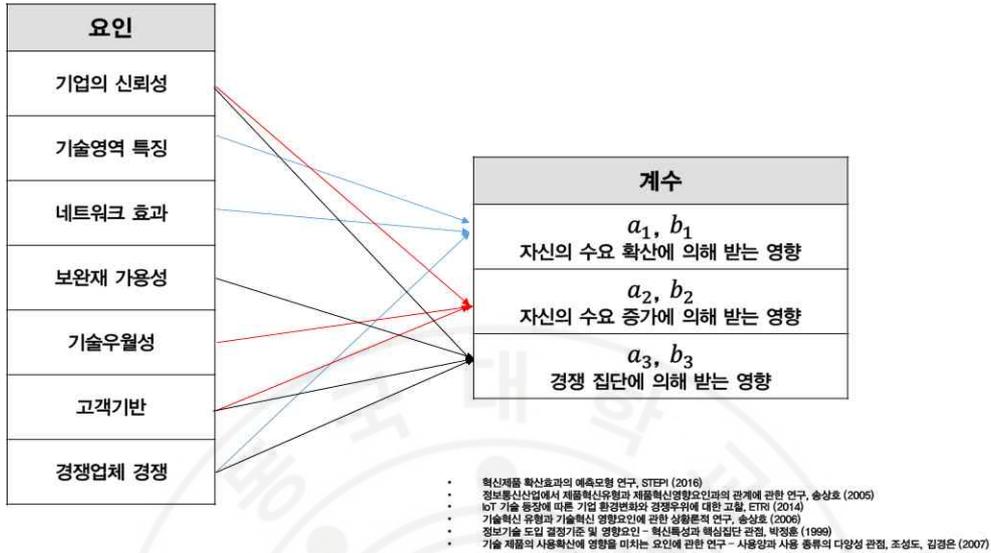
$F_{i\Delta}$ :  $i$ 번째 요인 값의 차이

$Q_i$ : 전체 기술에  $i$ 번째 요인이 미치는 영향력



<그림 3-3> LVC 모형 보정 프로세스

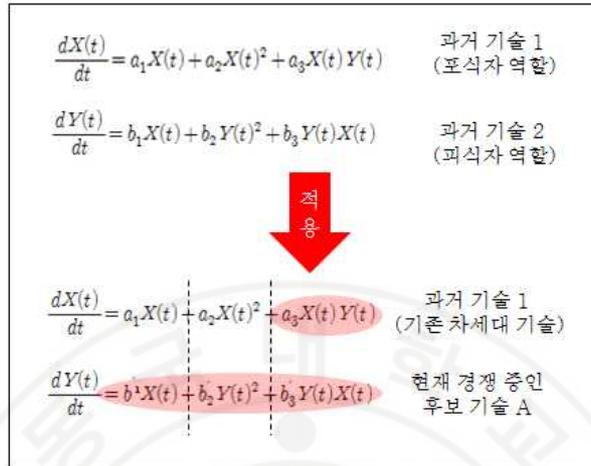
문헌조사를 통해 도출한 기술 대체, 경쟁요인과 LVC 모형의 계수 간 영향 관계는 다음의 <그림 3-4>과 같다. 해당 관계를 바탕으로 LVC 모형 계수에 영향을 미치는 요인들의 시간에 따른 변화량을 반영하여 각 계수별 보정을 실시한다.



<그림 3-4> LVC 계수와 요인 간 관계

모형을 보정하는 이유는, 앞에서 언급한 바와 같이 분석대상의 이전세대 데이터만을 기반으로 도출한 LVC 모형을 그대로 차세대 기술 예측에 적용 할 수 없기 때문이다. 따라서 차세대 기술 예측, 즉 기존의 경쟁우위를 차지했던 차세대 기술 과거 기술과 현재 경쟁 중인 후보 기술과 비교를 통해 경쟁 관계를 파악하고 차세대 기술 발전 유무를 파악하기 위해 모형 보정을 실시한다.

(예시)



<그림 3-5> LVC 모형 보정 프로세스 (예시)

<그림 3-5>와 같이 기존의 피식자 역할이었던 과거 기술 2의 모형에 현재 경쟁중인 후보 기술 A를 적용하여 차세대 기술로 발전양상을 파악하고 싶은 단계이므로 과거 기술 2의 모형을 그대로 사용 할 수 없어 보정을 실시한다.

먼저 LVC 모형에서 자신의 수요 확산에 의해 받는 영향을 나타내는  $a_1, b_1$  계수를 보정하게 되는데, 해당 계수  $a_1, b_1$ 는 자신의 수요 확산에 의해 영향을 받으므로 자신의 데이터만 고려한다. 따라서 기존의 차세대 기술인 과거 기술 1의  $a_1$ 의 경우 보정이 필요 없다. 하지만  $b_1$ 의 경우 피식자 역할이었던 과거 기술 2의 수요 확산에 의해 받는 영향만을 나타내고 있어 후보 기술 A와 과거 기술 2의 요인 변화량을 반영한 보정이 필요하다. 제품 또는 서비스가 시장에서 소비자에 의해 구매 또는 채택되어 확산되는 과정에는 기술 특성, 수요자 요인(네트워크 효과), 시장요인(경쟁기술)등 여러 요인들에 의해 영향을 받을 수 있다(조성도&김경은,

2007; STEPI, 2016). 따라서 과거 기술 2와 후보 기술 A 간  $b_1$ 에 영향을 미치는 요인인 기술영역 특징, 네트워크 효과, 경쟁업체 경쟁 요인 값의 증감량을 파악하여 보정한다.

- $a_1$  : 보정 필요 없음
- $b_1$  : 기술영역 특징, 네트워크 효과, 경쟁업체 경쟁 요인 값의 증감량

다음으로 LVC 모형에서 자신의 수요 증가에 의해 받는 영향을 나타내는  $a_2, b_2$ 계수를 보정하게 되는데, 해당 계수  $a_2, b_2$ 는 자신의 수요 증가에 의해 영향을 받으므로  $a_1, b_1$ 과 마찬가지로 자신의 요인 데이터만 고려한다. 따라서 기존의 차세대 기술인 과거 기술 1의  $a_2$ 의 경우 보정이 필요 없다. 하지만  $b_2$ 의 경우 피식자 역할을 맡았던 과거 기술 2의 수요 증가에 의해 받는 영향만을 나타내고 있어 후보 기술 A와 과거 기술 2의 요인 변화량을 반영한 보정이 필요하다. 제품, 기술 혁신이란 새로운 시장 및 고객을 창출함으로써 수요를 증가하는 모든 활동들의 집합으로 정의된다. 이때 제품혁신에는 기업의 수준 및 내부 환경, 독창적인 기술, 혁신 기술을 채택하는 사람들의 특성이 제품 혁신을 야기하는 요인으로 제시하고 있다(송상호, 2005; ETRI, 2014). 따라서 이와 동일한 개념인 과거 기술 2와 후보 기술 A 간  $b_2$ 에 영향을 미치는 기업의 신뢰성, 기술우월성, 고객기반 요인 값의 증감량을 파악하여 보정한다. 또한 수요가 증가할수록 특허출원 건수가 증가하게 되는 영향을 반영하여 과거 기술 2의 수집된 전체 구간의 특허 출원 개수 평균 성장률과 후보 기술 A의 수집된 전체 구간의 특허 출원 평균 성장률의 변화량을 이용하여 추가적

으로 보정하는데 이용한다.

- $a_2$  : 보정 필요 없음
- $b_2$  : 기업의 신뢰성, 기술우월성, 고객기반 요인 값의 증감량과  
    각 기술의 전체 구간 특허 출원 평균 성장률

마지막으로 LVC 모형에서 경쟁 집단에 의해 받는 영향을 나타내는  $a_3, b_3$  계수를 보정하게 되는데, 해당 계수  $a_3, b_3$ 는 경쟁 집단에 의해 영향을 받으므로 경쟁관계를 파악하고자 하는 기술의 요인 데이터를 모두 고려해야한다. 따라서 기존의 차세대 기술인 과거 기술 1의  $a_3$ 의 경우 후보 기술 A, B, C, D, E와 비교 할 때마다 각 후보기술과 과거 기술 1의 요인 변화량을 파악하여 보정해야한다.

기업들은 어떤 요인들이 시장 내 경쟁자에 의해 어떤 결과가 도래할지 파악하여 현재 상태를 유지해야하는지, 또는 기존 제품을 개선할지 기업의 전략을 세워야 할 필요성이 있다. 이러한 경쟁자에 의해 기업의 활동에 영향을 미치는 요인으로는 기업의 환경, 보완재 역량, 고객의 특성과 경쟁제품의 능력이 있다(서영일 외, 2015). 따라서 이러한 해결책을 찾기 위해 많은 연구가 진행되었고 그 중 시장에 경쟁할 경우 따라서 후보 기술 A와 경쟁 관계 양상을 파악할 경우, 과거 기술 1과 후보 기술 A 간  $a_3$ 에 영향을 미치는 요인인 기업의 신뢰성, 보완재 가용성, 고객기반, 경쟁업체 경쟁 요인 값의 증감량을 파악하여 보정한다.  $b_3$ 의 경우 과거 기술 2의 경쟁 집단인 과거 기술 1에 대한 영향에 대해서만 나타내고 있어 후보 기술 A의 영향력을 반영하여 보정이 필요하다. 따라서 과거 기술

2와 후보기술 A 간  $b_3$ 에 영향을 미치는 요인인 기업의 신뢰성, 보완재 가용성, 고객기반, 경쟁업체 경쟁 요인 값의 증감량을 파악하여 보정한다.

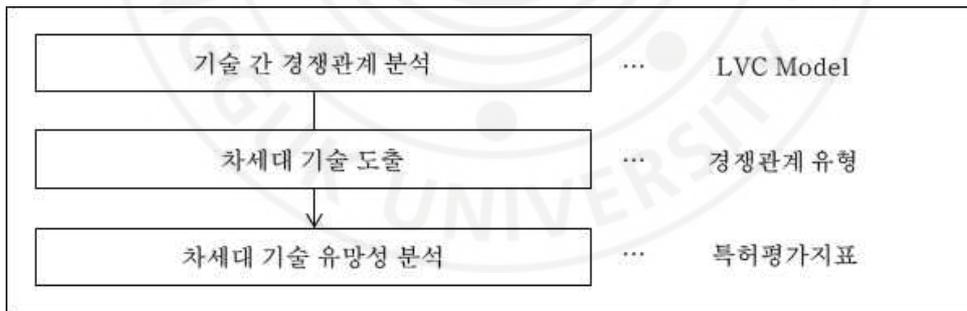
- $a_3$  : (과거 기술 1 - 후보기술 A ) 기업의 신뢰성, 보완재 가용성, 고객기반, 경쟁업체 경쟁 요인 값의 증감량
- $b_3$  : (과거 기술 2 - 후보기술 A)기업의 신뢰성, 보완재 가용성, 고객기반, 경쟁업체 경쟁 요인 값의 증감량

기본 LVC 모형은 동일 시점의  $i, j$  집단 성장 단계에서 서로의 영향을 주고받는 관계를 표현한 것이며 각 모형의 계수 별 다른 의미를 가지고 있다(이재호, 1997; Modis, 1999). 식 (1)을 따르면  $a_1$ 는 자신의 종족에 대한 영향을 나타내며,  $a_2$ 는 자신의 종족 증가에 따른 성장 제약을,  $a_3$ 은 경쟁하는 종족에 의해 받는 영향을 나타낸다. 따라서 각 의미가 다른 계수와 기술 대체, 경쟁 요인과의 영향관계를 문헌조사를 통해 파악하였고 해당 관계를 바탕으로 LVC 모형 계수에 영향을 미치는 요인들의 시간에 따른 변화량을 통해 모형을 보정하고자 한다(송상호, 2005; 조성도, 김경은, 2007; ETRI, 2014; STEPI, 2016). 이 LVC 모형의 각 계수 별 의미에 따라 어떤 기술들을 비교해야 하는지 또한 요인과 계수 간 관계에 따라 어떤 요인을 파악해야 하는지 다음 <표 3-5>와 같이 정리하였다. 이를 통해 각 계수 별로 내포하고 있는 의미와 요인과의 관계를 달리 적용하여 요인 별 변화량을 파악한 뒤, 요인의 중요도와 영향력을 나타내는 가중치와 함께 보정을 실시한다.

<표 3-5> 요인 보정 프로세스

계수	비교 기술	영향요인	가중치
$a_1'$		요인 변화량 보정 없음	
$a_2'$		요인 변화량 보정 없음	
$a_3'$	과거 기술 1 - 후보기술 A	기업의 신뢰성, 보완재 가용성, 고객기반, 경쟁 업체 경쟁	$Q_1, Q_4, Q_6, Q_7$
$b_1'$	과거 기술 2 - 후보기술 A	기술영역의 특징, 네트워크 효과, 경쟁업체 경쟁 요인	$Q_2, Q_3, Q_7$
$b_2'$	과거 기술 2 - 후보기술 A	기업의 신뢰성, 기술우월성, 고객기반 요인	$Q_1, Q_5, Q_6,$
$b_3'$	과거 기술 2 - 후보기술 A	기업의 신뢰성, 보완재 가용성, 고객기반, 경쟁업체 경쟁 요인 값의 증감량	$Q_1, Q_4, Q_6, Q_7$

### 3.2.3 차세대 기술 예측 및 유망 우선순위 제시



<그림 3-6> 차세대 기술 예측 및 유망성 분석 프로세스

<그림 3-6>과 같이 기존 차세대 기술(과거 기술 1)과 후보기술(A, B, C) 간 요인 변화량을 파악하여 보정한 각 모형들이 도출되면 각 후보기

술 별 도출 된 모형을 이용하여 초기 데이터 값을 입력하여 경쟁 양상을 파악한다. <표 3-1>의 경쟁관계 유형중 포식자-부상기술 중 포식자 기술과 상호공존, 일방적 수해 유형에 해당하는 기술들을 최종 차세대 기술로 도출한다.

도출된 다수의 차세대 기술의 유망성 분석을 위해 권리범위, 기술 성장 단계, 시장성 확보 정도를 점수로 측정하여 차세대 기술의 유망성 순위 정보를 제공하고자 한다. 권리범위를 평가하기 위해 청구항 수를 이용하여 권리 범위를 평가하며, 기술 성장 단계의 경우 기술 수명 주기를 활용하여 현재 기술의 수명 주기를 평가한다. 마지막으로 시장성 확보 정도는 시장크기를 특허의 패밀리 규모를 통해 평가한다. <표 3-4>은 각 평가 항목 별 분석 방법을 설명한 것이다.

도출된 다수의 차세대 기술을 분석하기 위해 최종적으로 유망성 평가를 특허 지표를 이용하여 실시하였고 이를 직관적으로 해당 기술의 유망성을 파악할 수 있도록 점수로 측정하였다. 이를 통해 다수의 차세대 기술 중 어떤 기술이 가장 유망 우선순위가 높은지 제시함으로써 향후 집중해야 할 기술 분야 파악이 가능하다.

<표 3-6> 유망성 평가 지표

지표	설명	분석방법
권리성	기술의 핵심내용이 명확하고 간결하게 보호 받는 정도	$\frac{\text{독립청구항수} - \min(\text{독립청구항수})}{\max(\text{독립청구항수}) - \min(\text{독립청구항수})}$
기술성	기술이 적용될 수 있는 범위의 다양성 측정	$\frac{\text{해당 특허의 IPC수}}{\text{해당 기술의 특허군 IPC평균}}$
시장성	기술의 시장 범위 확보 정도	$\frac{\text{평균 패밀리국가수} - \min(\text{평균 패밀리국가수})}{\max(\text{평균 패밀리국가수}) - \min(\text{평균 패밀리국가수})}$

## 제 4 장 실증분석

### 4.1 분석대상 선정

본 연구에서는 디스플레이 산업을 분석대상으로 선정하고자 한다. 디스플레이 산업의 경우 IT, 반도체, 전자 산업 등 분야는 제품 아키텍처의 빠른 변화에 맞추어 기업들 간 산업주도권을 둘러싼 치열한 쟁탈전이 반복되어 온 대표적인 하이테크(high-tech) 산업이며 특히 한국이 글로벌 경쟁에서 선전을 거듭하여 산업주도권을 확보한 국가 핵심 산업이다. 하지만 외부시장의 급성장과 한국 기업들의 시장경쟁력 약화, 정책적 관심 감소로 인해 디스플레이 산업주도권이 약화되고 있어 산업의 변화에 대응하는 장기적 시각과 글로벌 디스플레이 산업구도를 조망함으로써 디스플레이 산업의 기술경영 전략 제시가 필요한 시점이다.

본 연구는 과거와 현재 경쟁하는 기술의 데이터를 모두 활용하여 모형을 도출함에 있어 분석대상이 다세대의 기술이어야 한다. 디스플레이 산업의 경우 1세대 CRT/브라운관 기술, 2세대 기술인 LCD, PDP, OLED 기술, 3세대인 플렉서블, 신축 디스플레이로 발전하는 다세대 기술이다. 따라서 디스플레이 영역은 경쟁 사례가 풍부하고 차세대 예측에 대한 니즈가 높은 산업이므로 본 연구에 적용할 사례로 적합하다고 판단하였다. 따라서 제안한 방법론을 디스플레이 기술에 적용하여 이에 대한 구체적인 결과에 대해 논의하고자 한다.

## 4.2 디스플레이 산업의 과거 경쟁 LVC 모형 추정

분석대상을 선정 한 후, 기술의 이전 세대 데이터를 기반으로 LVC 모형을 도출하기 위해 디스플레이 1, 2, 3세대 기술 중 2세대인 LCD, PDP 기술을 선정하여 데이터를 수집한다. 이를 위해 분석대상 기술들의 특허 검색식을 작성하여 USPTO 등록 특허를 바탕으로 데이터를 수집하였다. 정확한 특허 분석을 위해 노이즈 및 중복 제거를 실시하였으며, 비모수 회귀분석을 실시하기 위해 데이터 구조화를 다음과 같이 실시하였다.

<표 4-1> 특허 검색식

대분류	중분류	소분류	검색식	검색건수
Flat Panel Display	Emitter	PDP	(TI=("PDP" or (plasma-display) or (plasma w/2 display) or "plasma display panel")) OR (AB=("PDP" or (plasma-display) or (plasma w/2 display) or "plasma display panel")) AND (RD=(19750101:20161231))	31,112 건
	Non-emitter	LCD	(TI=("LCD" or ("liquid crystal" w/2 display) or ("liquid crystal display")) OR (AB=("LCD" or ("liquid crystal" w/2 display) or ("liquid crystal display")) AND (RD=(19750101:20161231))	36,865 건

<표 4-2> 모수 추정 시 PDP 데이터

$\frac{dX(t)}{dt}$	$X(t)$	$X(t)^2$	$X(t)Y(t)$
16	24	-576	-3216
11	35	-1225	-6300
6	41	-1681	-10660
10	51	-2601	-17289
8	59	-3481	-27081
11	70	-4900	-39130
10	80	-6400	-52240
...	...	...	...

<표 4-3> 모수 추정 시 LCD 데이터

$\frac{dY(t)}{dt}$	$Y(t)$	$Y(t)^2$	$Y(t)X(t)$
67	134	-17956	-3216
46	180	-32400	-6300
80	260	-67600	-10660
79	339	-114921	-17289
120	459	-210681	-27081
100	559	-312481	-39130
94	653	-426409	-52240
...	...	...	...

계수를 추정하기 위해 R을 이용하여 비모수 회귀분석을 통한 계수 추정을 실시한 결과 R-Squared 값은 약 95% 이상으로 설명력이 높은 것을 확인 할 수 있으며, LCD의 상수 계수를 제외하고 모두 유의한 값으로 도출되었다. 도출된 식 (3), (4)을 살펴보면 LCD와 PDP 기술 경쟁에서 우위를 차지한 LCD의 계수  $a_3$ 가 양의 값(+), PDP의 계수  $b_3$ 는 음의 값(-)을 갖고 있으므로 이 경쟁 사례의 경우 LCD가 포식자, PDP가 피식자의 역할임을 알 수 있으며 이는 (그림 4)를 통해 확인 할 수 있다. 당시 디스플레이 시장 내 가장 중요시 되는 이동성 측면에서 전력소모가 크다는 단점을 LCD가 완벽하게 극복하며 디스플레이 산업 내 주도권을 차지하는 것을 (그림 4)를 통해 확인 할 수 있다. 하지만 PDP는 우수한 화질을 내세워 패널 대형화 전략을 채택함으로써 다시 LCD와 경쟁 양상을 보였으나 LCD가 초창기 갖고 있던 화질적 측면, 시야각의 제약 면에서의 단점을 대부분 극복하며 마침내 LCD의 기술대체가 완벽하게 이루어지게 되었다. 과거 데이터를 기반으로 도출된 식 (3), (4)를 기반으로 향후 프로세스를 통해 각 계수 별 보정을 실시하고자 한다.

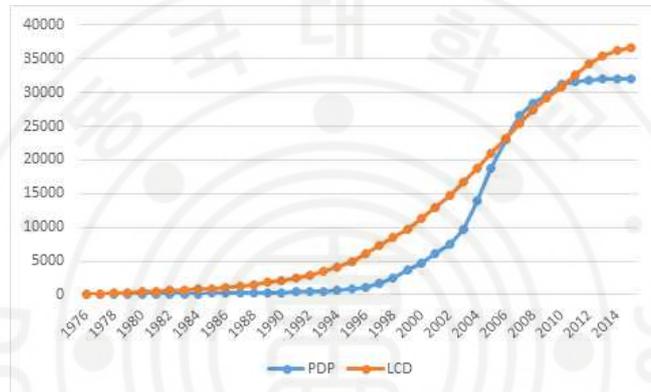
$$PDP = 0.371 Y(t) - 0.000386 Y(t)^2 - 0.000005444 Y(t)X(t) \quad (3)$$

$$LCD = 0.1935 X(t) - 0.000006848 X(t)^2 + 0.00001773 X(t) Y(t) \quad (4)$$

$X(t), Y(t)$  :  $t$ 시점에 기술 1, 기술 2에 대한 수요 누적값

<표 4-4> PDP와 LCD의 모형 추정 결과

대상 기술	모수	추정치(Std. error)	t-value (p)
PDP	$a_1$	3.714e-01(1.549e-02)	24.175 (< 2e-16)***
	$a_2$	-3.861e-05(8.995e-06)	-4.314 (0.000119)***
	$a_3$	-5.444e-06(1.001e-06)	-5.409 (4.28e-06)***
LCD	$b_1$	1.935e-01(6.990e-03)	27.678 (< 2e-16)***
	$b_2$	-6.848e-06(5.122e-07)	-13.371 (1.57e-15)***
	$b_3$	1.773e-05(4.224e-06)	4.197 (0.000169)***



<그림 4-1> PDP와 LCD의 경쟁 추세

### 4.3 기술대체 영향 요인 도출

#### 4.3.1 경쟁 후보기술 도출

현재 부상하고 있는 기술을 도출하기 위해 주요 특허 출원국인 한국, 미국, 일본, 유럽, 중국의 최근 5개년도(2010~14년) 구간 총 출원 건수와 이전 5개년도(2005~09년) 구간 총 특허 출원 건수를 비교한 특허 출원

증가율의 평균을 구한 결과는 다음 <표 4-4>와 같다. 따라서 약 38% 이상의 특허 출원 증가율을 나타내는 기술을 최종 경쟁 후보 기술로 정의하고자 한다.

<표 4-5> 5개국의 평균 특허 출원 증가율

국가	이전 5개년도 구간 특허 출원 건수	최근 5개년도 구간 특허 출원 건수	특허 출원 증가율 (%)
한국	833,734	952,821	14.28%
미국	2,185,280	2,687,037	22.96%
일본	1,971,641	1,684,429	-14.57%
유럽	512,120	505,947	-1.205%
중국	1,233,431	3,323,679	169.47%
		평균	38.19%

<표 4-5>은 한국산업기술평가관리원(KEIT)과 산업통상자원부에서 기술 수요 조사 시 사용하는 기술 분류로써, 본 연구에서는 해당 기술분류의 차세대 디스플레이(융복합 디스플레이)의 중분류 수준에서 경쟁 후보 기술을 선정하였다.

<표 4-6> 차세대 디스플레이 기술 분류

PD분야(20)	중분류(106)	소분류(478)	
차세대 디스플레이 (융복합 디스플레이)	LCD	LCD 모듈	
		LCD용 공정 장비	
		LCD 소재부품	
	OLED	소형 AMOLED 모듈	
		대형 AMOLED 모듈	
		AMOLED용 공정 장비	
		AMOLED용 소재부품	
	플렉시블 디스플레이	플렉시블 디스플레이	플렉시블 디스플레이 모듈
			플렉시블 디스플레이 공정 장비
			플렉시블 디스플레이 소재부품
신기능 디스플레이	공간형 디스플레이		

		프로젝션 디스플레이
		투명 디스플레이
		반사형 디스플레이
		입력장치 및 UI/UX
		기타 신기능 디스플레이
	융합 디스플레이	수송기기용 디스플레이
		교육용/퍼블릭 디스플레이
		기타 융복합 디스플레이

하지만 신기능 디스플레이와 같은 중분류의 경우 다른 기술에 비해 수준이 높고 기술의 범위가 너무 넓어 소분류 수준으로 경쟁 후보 기술을 선정하였다. 최종 경쟁 후보 기술은 <표 4-6>와 같이 선별하였으며 해당 기술의 이전, 최근 5개년도 구간 특허 출원 건수를 비교하여 최종적으로 약 38% 이상의 특허 출원 증가율일 경우 경쟁 후보 기술로 정의하고자 한다. 한국, 미국, 일본, 유럽, 중국의 특허 데이터베이스를 기반으로 데이터를 수집하여 특허 출원 증가율을 파악하였다.

<표 4-7> 각 기술의 출원 증가율

기술명	이전 5개년도 구간 출원 건수	최근 5개년도 구간 출원 건수	특허 출원 증가율 (%)	순위
QLED(=QTD, 양자점)	3,397	6,550	92.82%	3
OLED	10,267	7,091	-30.93%	6
마이크로 LED	29,173	18,070	-38.06%	7
플렉서블 디스플레이	1,726	3,542	105.21%	2
투명 디스플레이	129	229	77.51938	5
인체 정보 센싱 디스플레이	283	539	90.45936	4
3차원 디스플레이	10,429	22,126	112.1584	1

따라서 주요 5개국의 평균 출원 증가율인 약 38%보다 높은 QLED, 플렉서블 디스플레이, 투명 디스플레이, 인체 정보 센싱 디스플레이, 3D 디스플레이 중 상위 3개의 기술을 선택하여 최종 경쟁 후보 기술로 선정하였다.

#### 4.3.2 기술 경쟁, 대체 영향요인 도출 및 데이터 수집

<표 3-3>의 기술 대체, 경쟁에 영향을 미치는 요인들의 조작적 정의와 해당 요인을 설명하는 특허 지표에 기반하여 데이터를 수집하였다. 이때 수집 대상 기술은 과거 경쟁 기술인 LCD와 PDP, 경쟁 후보 기술인 QLED, 플렉서블 디스플레이, 3D 디스플레이며 과거 경쟁 기술의 경우 현재 경쟁 기술 이전의 10개년(1996~2005년)의 데이터를, 현재 경쟁 후보 기술의 경우 최근 10개년(2006~2015년)의 데이터를 수집하였다. 수집된 각 데이터를 요인별로 평균을 내었으며, 이후 비교 기술에 따라 각 요인의 평균 값을 비교하여 변화량을 도출하였다.

#### 4.3.3 과거, 현재 경쟁 기술 간 요인 변화량 파악

과거 경쟁 우위를 차지하고 있던 LCD와 현재 부상하고 있는 경쟁 후보 기술들 간 1:1 비교를 통해 기술 간 요인 값의 차이를 다음과 같이 파악하였다.

(1) LCD와 QLED가 경쟁 할 경우

LCD와 QLED의 요인을 수집하여 살펴본 결과, QLED의 경우 기술우월성( $X_5$ )이 가장 높았으며 기업의 신뢰성( $X_1$ )이 가장 낮은 값을 갖고 있는 것을 확인 할 수 있었다. QLED의 요인들 중 경쟁업체 경쟁( $X_7$ ), 네트워크 효과( $X_3$ ) 요인의 경우 PDP보다 높은 값을 갖고 있는 것을 통해 해당 기술이 네트워크 외부성이 강한 것을 파악 할 수 있다.

<표 4-8> 요인 보정 프로세스

계수	비교 기술	영향요인	변화량
LCD_ $a_1$ '		보정 없음	
LCD_ $a_2$ '		보정 없음	
LCD_ $a_3$ '	LCD - QLED	기업의 신뢰성 ( $X_1$ )	-0.23
		보완재 가용성 ( $X_4$ )	0.00
		고객기반 ( $X_6$ )	-0.08
		경쟁 업체 경쟁 ( $X_7$ )	-1.42
QLED_ $b_1$ '	PDP - QLED	기술영역의 특징 ( $X_2$ )	-0.14
		네트워크 효과 ( $X_3$ )	0.55
		경쟁업체 경쟁 ( $X_7$ )	1.36
QLED_ $b_2$ '	PDP - QLED	기업의 신뢰성 ( $X_1$ )	-0.62
		기술우월성 ( $X_5$ )	-0.55
		고객기반 ( $X_6$ )	0.11
QLED_ $b_3$ '	PDP - QLED	기업의 신뢰성 ( $X_1$ )	-0.62
		보완재 가용성 ( $X_4$ )	0.01
		고객기반 ( $X_6$ )	0.11
		경쟁업체 경쟁 ( $X_7$ )	1.36

(2) LCD와 플렉서블 디스플레이가 경쟁 할 경우

LCD와 FD의 요인을 수집하여 살펴본 결과, FD 요인은 주로 QLED와 비슷한 양상인 것을 확인할 수 있었다. 경쟁업체 경쟁( $X_7$ ), 네트워크 효과( $X_3$ ) 요인이 높은 값을 갖고 있는 것을 통해 FD 기술 또한 네트워크 외부성이 강한 것을 유추 할 수 있다.

<표 4-9> 요인 보정 프로세스

계수	비교 기술	영향요인	변화량
LCD_ $a_1'$		보정 없음	
LCD_ $a_2'$		보정 없음	
LCD_ $a_3'$	LCD - FD	기업의 신뢰성 ( $X_1$ )	-0.21
		보완재 가용성 ( $X_4$ )	0.04
		고객기반 ( $X_6$ )	-0.05
		경쟁 업체 경쟁 ( $X_7$ )	-0.57
FD_ $b_1'$	PDP - FD	기술영역의 특징 ( $X_2$ )	-0.13
		네트워크 효과 ( $X_3$ )	0.58
		경쟁업체 경쟁 ( $X_7$ )	0.51
FD_ $b_2'$	PDP - FD	기업의 신뢰성 ( $X_1$ )	-0.65
		기술우월성 ( $X_5$ )	-0.53
		고객기반 ( $X_6$ )	0.08
FD_ $b_3'$	PDP - FD	기업의 신뢰성 ( $X_1$ )	-0.65
		보완재 가용성 ( $X_4$ )	-0.04
		고객기반 ( $X_6$ )	0.08
		경쟁업체 경쟁 ( $X_7$ )	0.51

(3) LCD와 3D 디스플레이가 경쟁 할 경우

LCD와 3D의 요인을 수집하여 살펴본 결과, 3D의 경우 네트워크 효과 요인 값이 ( $X_5$ )이 가장 높은 것을 확인 할 수 있었으며 이를 PDP와 비교한 결과 네트워크 효과( $X_3$ )와 고객기반( $X_6$ )의 값을 통해 3D 디스플레이 기술 또한 잠김(lock-in)효과가 강한 기술임을 확인 할 수 있다.

<표 4-10> 요인 보정 프로세스

계수	비교 기술	영향요인	변화량
LCD_ $a_1'$		보정 없음	
LCD_ $a_2'$		보정 없음	
LCD_ $a_3'$	LCD - 3D	기업의 신뢰성 ( $X_1$ )	-0.13
		보완재 가용성 ( $X_4$ )	0.03
		고객기반 ( $X_6$ )	-0.12
		경쟁 업체 경쟁 ( $X_7$ )	-0.01
3D_ $b_1'$	PDP - 3D	기술영역의 특징 ( $X_2$ )	-0.03
		네트워크 효과 ( $X_3$ )	0.53
		경쟁업체 경쟁 ( $X_7$ )	-0.05
3D_ $b_2'$	PDP - 3D	기업의 신뢰성 ( $X_1$ )	-0.73
		기술우월성 ( $X_5$ )	-0.27
		고객기반 ( $X_6$ )	0.15
3D_ $b_3'$	PDP - 3D	기업의 신뢰성 ( $X_1$ )	-0.73
		보완재 가용성 ( $X_4$ )	-0.03
		고객기반 ( $X_6$ )	0.15
		경쟁업체 경쟁 ( $X_7$ )	-0.05

#### 4.3.4 요인 별 가중치 도출

앞 선 단계에서 도출한 요인 별 시간에 따라 발생한 차이 값과 가중치를 계수와 요인 관계에 따라 보정하였으며, 최종적으로 후보 기술 별 보정된 LVC 모형에 각 기술들의 데이터를 적용하여 나온 결과 값을 다음과 같이 기술 별로 정리하였다. 디스플레이 기술의 평균 수명은 약 6.3년으로 2025년까지의 추정 데이터를 통해 기술의 경쟁 유무를 파악하고자 한다. 보정된 모형을 이용하여 2025년까지 각 기술의 특허 수를 추정하였으며 이 때 2000년~ 2015년도까지는 실제 데이터를 이용하였다. LVC 모형의 계수를 좀 더 정량적인 방법으로 보정하고자 요인의 기술 경쟁과 대체에 미치는 영향력에 따른 중요도를 파악하여 요인 별 가중치로 활용하고자 한다. 이를 위해 전체 디스플레이 기술의 연도별 등록 특허를 종속변수로 선정하였고 전체 디스플레이 특허 데이터를 기반으로 기술대체와 경쟁에 영향을 미치는 각 요인 값을 수집하여 이를 독립변수로 사용하여 회귀분석을 실시하였다.

회귀분석 결과를 살펴보면 수정된 R 제곱 값이 .542로 비교적 높은 설명력을 지니고 있는 것으로 나왔으며, 유의확률이 .000으로 통계적으로 유의함을 알 수 있다. 회귀분석으로 종속변수에 영향을 미치는 독립변수를 살펴보면, 기술영역 특징이 음(-)의 방향으로, 기술의 우월성이 양(+)의 방향으로 유의함을 나타내고 있다. 즉, 전체 디스플레이 기술에 기업에 대한 상호교환정보 가능성 또는 공동개발모임 형성 가능성이 긍정적인 영향을 끼치지 못했음을 알 수 있다. 그에 비해 기술의 성능을 나타내는 능력정도가 디스플레이 기술 성장에 있어 가장 큰 양(+)의 영향을 미친 것으로 볼 수 있는데 이는 디스플레이 산업이 빠른 제품 변화에 맞

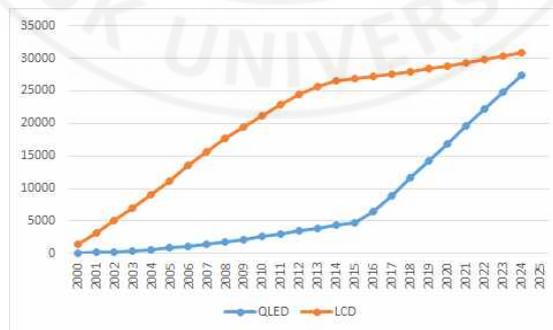
취 기업들 간 치열한 기술경쟁이 반복되는 대표적인 하이테크 (high-tech) 산업임을 잘 나타내고 있다.

<표 4-11> 회귀분석 결과

독립변수	B	$\beta$	t	p	VIF
(상수)	1089.336		1.143	0.262	
$X_1$	263.030	0.123	1.055	0.299	1.149
$X_2$	-31.180	-0.245	-1.699*	0.099	1.776
$X_3$	-216.001	-0.058	-0.488	0.629	1.215
$X_4$	-404.550	-0.110	-0.852	0.401	1.423
$X_5$	3.211	0.760	5.817***	0.000	1.456
$X_6$	-443.117	-0.065	-0.470	0.642	1.641
$X_7$	849.282	0.105	0.745	0.461	1.696

(1) LCD와 QLED 간 경쟁

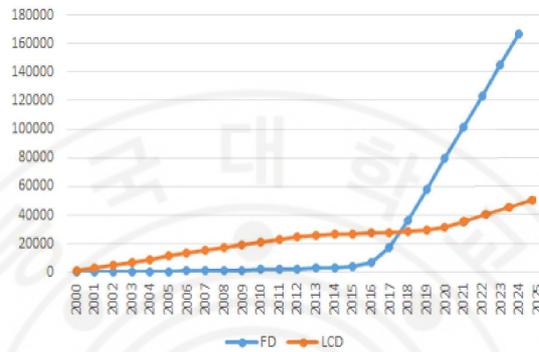
계수	값	경쟁유형
$LCD_{a_3}$	-0.310	순수 경쟁 유형
$QLED_{a_3}$	-0.0000046	



<그림 4-2> LCD와 QLED의 경쟁 추세

(2) LCD와 플렉서블 디스플레이 간 경쟁

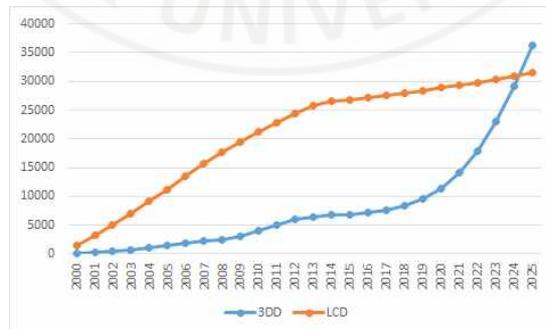
계수	값	경쟁유형
$LCD_{a_3}$	-0.0001343	포식자-피식자 유형
$FD_{a_3}$	0.00000054	



<그림 4-3> LCD와 FD의 경쟁 추세

(3) LCD와 3D 디스플레이 간 경쟁

계수	값	경쟁유형
$LCD_{a_3}$	-0.0000391	포식자-피식자 유형
$3DD_{a_3}$	0.0000036	



<그림 4-4> LCD와 3DD의 경쟁 추세

## 4.4 차세대 기술 예측

### 4.4.1 기술 간 경쟁관계 유형 파악 및 차세대 기술 도출

보정된 LVC 모형에 경쟁 후보 기술 데이터를 적용한 결과 총 3개의 후보 기술 중 플렉서블 디스플레이와 3D 디스플레이가 포식자 역할을 하는 것으로 밝혀졌다. QLED 디스플레이의 경우 최근 디스플레이 산업 내 급부상하고 있는 기술로써, OLED와 함께 치열한 시장선점 경쟁을 치르고 있는 기술이다. 현재 지배적 디자인인 LCD기술과 기술 경쟁을 겪고 있으나, 기존 기술에 비해 해당 기술의 역량이 부족하여 기존 기술을 포식하지 못하고 두 개의 기술 모두 순수경쟁 상태로 공존하게 됨을 알 수 있다.

반면 플렉서블 디스플레이와 3D 디스플레이의 경우 모두 포식자-피식자 경쟁 관계를 가진다고 나타났으며 기존의 기술을 뛰어넘는 포식자의 역할을 맡고 있어 차세대 기술로써 정의할 수 있다. 이는 최근 미래형 디스플레이, 즉 3D 및 AR기반의 4세대 디스플레이 기술이 상용화 단계에 진입하며 이에 대한 대기업 중심의 투자와 연구개발이 적극적으로 진행되어 빠르게 성능이 발전하고 있는 현상이 반영된 것으로 보인다.

<표 4-12> 실증분석 결과

경쟁 기술	경쟁관계 유형	경쟁 우위 기술
LCD - QLED	순수 경쟁 유형	존재하지 않음
LCD - 플렉서블 디스플레이	포식자-피식자 유형	플렉서블 디스플레이
LCD - 3D 디스플레이	포식자-피식자 유형	3D 디스플레이

#### 4.4.2 차세대 기술 유망성 분석

이전 단계에서 정의한 차세대 기술이 등장하는 경쟁관계 유형이 이와 같이 2개 이상 도출될 경우, <표 12>와 같이 기술 별 특허 지표를 이용한 유망성 평가를 실시하여 순위를 제시한다. 이는 다수의 차세대 기술 중 유망한 기술 발굴뿐만 아니라 해당 기술을 먼저 개발하는 것이 중요한 과제임을 제시하기 위해서다. 다음은 차세대 기술로 정의된 플렉서블 디스플레이와 3D 디스플레이 기술을 유망성 평가한 결과를 정리해 놓은 것이다.

<표 4-13> 유망성 평가 결과

기술명	권리성	기술성	시장성	우선순위
플렉서블 디스플레이	0.107869	0.9986	0.0997	1
3D 디스플레이	0.039788	1.1108	0.0237	2

## 제 5 장 결과해석 및 논의

### 5.1 Future Research

향 후 프레임워크에 맞춰 전반적 데이터 분석을 실시 할 예정이다. 본 연구에서는 차세대 기술 예측 시, 보정된 LVC 모형을 통해 보다 정확한 예측력을 갖는 모형 도출을 가정하고 있다. 따라서 이를 뒷받침 하기 위해서는 방법론의 타당성과 검증 프로세스가 명확하게 이뤄져야 하며 해당 프로세스를 다음과 같은 방법으로 진행 하고자 한다. LVC 분석 결과를 다른 경쟁, 확산 모형에 적용 했을 때의 결과와 비교하여 보정된 LVC 모형이 경쟁 상황을 잘 표현한다는 것을 증명함으로써 모형에 대한 타당성을 제시하고자 한다. 또한 본 연구의 분석대상인 디스플레이 산업의 경우, 다세대 기술 산업으로써 많은 데이터가 존재한다. 즉, 이미 사장되어 사라진 기술이나 특정 제품의 디스플레이 기술을 적용함으로써 기술 수명을 연명하는 기술들이 다수 존재한다. 모형을 도출하는데 사용한 LCD와 PDP 기술 이외의 과거 경쟁 기술들을 적용하여 분석한 결과와 실제 데이터를 비교함으로써 방법론의 정확성을 파악하고자 한다.

### 5.2 결론

본 연구는 과거 경쟁 기술 사례를 기반으로 LVC 모형을 추정하고, 이를 현재와 과거 경쟁 시 요인 변화량을 반영하여 보정한 모형을 통해 차

세대 기술을 예측하였으며, 다수의 차세대 기술 중 유망성의 정도를 특히 지표를 통해 평가하여 유망 우선순위를 제공하였다.

이를 위해 과거 경쟁 기술 데이터를 바탕으로 비모수 회귀분석을 하였고, LVC 모형을 도출하였다. 이 모형은 과거 데이터만 이용하여 추정하였다는 한계점을 보완하고자 현재와 경쟁 기술의 요인 변화량을 반영한 보정 프로세스를 거친다. LVC 모형의 각 계수가 내포하는 의미와 가중치에 따라 보정한 뒤, 차세대 기술의 경쟁 후보 기술들의 특허 출원 부상도를 분석하여 도출된 상위 기술 3개를 기존 차세대 기술과 1:1 비교함으로써 각 경쟁 관계 유형을 확인한다. 그 결과 상대적인 경쟁 우위를 통해 포식자 역할을 하게 되는 다수의 차세대 기술을 특히 지표를 이용한 유망성 평가를 통하여 유망 우선순위를 제시하였다.

본 연구는 다음과 같은 학문적 기여점이 있다. 먼저 비모수 회귀분석을 통해 추정 시, 기존 연구에서는 부족한 초기 데이터만을 이용하여 적은 자료로 추정을 하고 전문가의 주관적 판단과 결합하여 추정을 시도하였으나 본 연구에서는 정량적인 과거와 현재 경쟁 기술의 요인 값의 변화량을 반영하여 보정함으로써 기존 연구보다 객관적이고 체계화된 방법론을 제시하였다.

## 제 6 장 결론

### 6.1 연구 결과 요약

본 연구에서는 기술 대체 시기에 등장하는 기존의 차세대 기술을 대체하고자 하는 경쟁대상들의 관계를 정량적으로 규명하기 위해 LVC 모형을 기반으로 유형을 파악하여 차세대 기술을 예측하였다. 이를 위해 제안한 방법을 기술경쟁이 활발하고 사례가 풍부한 디스플레이 산업에 적용하였으며, 기존의 지배적 디자인인 LCD 디스플레이 기술을 대체함으로써, 차세대 디스플레이 기술이 되기 위해 최근 급부상하고 있는 후보 기술 간의 경쟁 관계를 분석하였다. 그 결과 QLED는 순수 경쟁 관계, 플렉서블 디스플레이와 3D 디스플레이의 경우 포식자-피식자 유형으로 밝혀졌으며, 두 기술 모두 포식자의 역할 즉, 차세대 기술임을 확인하였다. 하지만 이처럼 다수의 차세대 기술이 도출된 경우 유망 정도를 파악하여 사용자에게 추가적인 정보를 제시하고자 유망성 평가를 하여 유망 우선순위를 제시하였고, 그 결과 플렉서블 디스플레이가 가장 유망성이 높은 기술로 도출되었다.

## 6.2 한계점

본 연구는 경쟁하는 기술들을 각각 서로 경쟁하는 하나의 종(種)으로 보고 그들의 관계를 정량적으로 분석했다는 점에서 학문적 contribution 이 존재한다. 모수 추정을 하여 미래를 예측할 경우, 미래의 데이터의 양이 추정 할 만큼 충분하지 못한 경우가 많다. 따라서 과거 데이터로만 모형을 추정할 경우, 시간에 따른 요인 값의 변화량이나 요인의 중요성을 반영하지 못하므로 정보 손실, 또는 결과가 왜곡될 가능성이 크다는 한계점이 존재한다.

본 연구에서는 이러한 한계를 보완하기 위해 기술 경쟁 사례를 시간에 따라 과거와 현재 사례로 각각 정의한 뒤, 시간의 흐름에 따라 변화하는 기술 간 요인 값의 차이를 도출하여 이를 가중치와 함께 LVC 모형을 보정하는데 사용하였다. 보정된 LVC 모형을 통해 더욱 정확하게 경쟁 관계유형을 도출할 수 있으며, 기술 간 동적 균형을 이루는 시점 등 보다 면밀하게 차세대 기술을 도출함으로써 기업이나 국가에 차세대 기술에 대한 다방면의 전략 수립과 의사결정에 도움을 줄 수 있다. 또한, 다수의 차세대 기술이 도출되는 경우에는 유망성 평가를 통해 사용자에게 유망 정도를 순위를 제공함으로써 미래 기술기획을 위한 방향으로 활용할 수 있다.

하지만 본 연구에서는 다음과 같은 한계점을 가진다. LVC모형은 이산형(discrete) 데이터를 이용하여 미래데이터 양상을 파악하게 되는데, 해당 데이터가 증가 양상을 보일 경우 데이터 값이 현실과 다르게 급격하게 증가하는 한계점이 존재한다. 따라서 이러한 한계를 보완하기 위해

서는 경쟁 및 대체에 영향을 미치는 요인 이외에 현실에서 기술 및 제품 수요에 영향을 미치는 요인의 영향력을 반영하여 현실을 반영하는 프로세스가 필요하다. 또한 과거 데이터를 통해 추정한 계수 보정 시, 정성적인 방법으로 요인 값의 차이를 이용하는 부분에 있어 한계가 존재하며 경쟁 후보 기술을 기존 지배적 디자인 기술과 1:1로 비교함으로써, 다양한 기술이 동시에 경쟁하는 실제 환경을 반영하지 못했다고 판단된다. 따라서 향후 연구 과제로서, 요인과 계수 간 정량적인 관계 확립을 통해 계수를 보정되어야 하며 변형된 다세대 LVC 모형을 이용하여 기술 경쟁의 복잡성을 반영하고자 하는 연구가 진행되어야 한다.

## 참 고 문 헌

- 김능진 (2009), 「기술혁신경영: 성공적인 혁신만들기」, 서울: 도서출판 경문사.
- 김도관·신성윤·진찬용 (2013), "기술 성장 및 대체 곡선 관점에서의 CES 출품 Digital TV 의 특성 분석", 「한국정보통신학회논문지」, 1336-1341.
- 김문수·이성주 (2008), "기술경쟁과 시장구조를 고려한 서비스 수요확산 패턴", 「한국통신학회논문지」, 33(9) : 822-831.
- 김방룡·황성현 (2009), "특허 정보를 활용한 IT 유망기술 도출에 관한 연구", 「한국통신학회논문지」, 34(10) : 1021-1030.
- 김윤배·김재범·이희상 (2001), "변형된 다세대 Lotka-Volterra 모형을 적용한 IMT-2000 가입자 수요예측", 「산업공학 (IE interface s)」, 14(1) : 54-58.
- 노대민·김종주 (2013), "기술수명주기와 제품수명주기의 비교 시장구조와 기업의 연구개발 특성을 중심으로", 「서비스마케팅저널」, 6(1) : 21-41.
- 박정규·허은녕 (2003), "미국 특허자료를 통한 연료전지 기술수준 분석", 「한국기술 혁신학회 학술대회」, 387-399.
- 박현우·이종택 (2011), "초기단계 기술의 가치평가 방법론 적용 프레임워크", 「한국 기술혁신학회 학술대회」, 94-107.
- 양동욱·유준우·김연배 (2015), "기업의 지식재산경영 전략 연구", 「지식재산연구」, 10(4) : 211-254.
- 윤인환·이희상·정철호 (2014), "모바일 OS 에서 지배적 디자인을 결정하

는 요인의 통합적 프레임워크에 관한 연구”, 「Journal of Information Technology Applications & Management」, 21(4) : 309-329.

이수·이상현·김길선 (2012), “디스플레이 시장에서 기술특성이 지배적 디자인 결정에 미치는 영향에 관한 연구”, 「경영학연구」, 41(2) : 279-309.

이제호 (1997), 「진화론적 관점과 복잡성 과학, 삼성경제연구소 편, 복잡성과과학의 이해와 적용」, 삼성경제연구소.

임명성·이상현 (2012), “지배적 디자인의 결정요인이 스마트폰의 지속적 사용의도에 미치는 영향연구”, 「디지털정책연구」, 10(10) : 247-258.

조영란·이성주·윤재욱 (2012), “신제품, 신서비스, 신기술 개발을 위한 맞춤형 R&D 프로세스 평가 방법론”, 「기술혁신연구」, 20(2) : 109-134.

최선미·박명철 (2015), “동태적 경쟁 구조를 고려한 초고속인터넷접속서비스 기술 확산 방향 예측”, 「한국통신학회 학술대회논문집」, 796-797.

A. Bazykin (1998), “Nonlinear Dynamics of Interacting Populations”, in A. Khibnik, and B. Krauskopf (eds.), *World Scientific Series on Nonlinear Science*, A11, Singapore: World Scientific

Anderson, P., and Tushman, T. M. (1990), “Technological discontinuities and dominant designs: A cyclical model of technological change”, *Administrative Science Quarterly*, 35 : 604-633.

Bessant, J., Lamming, R., Noke, H. and Phillips, W. (2005), “Managing

innovation beyond the steady state", *Technovation*, 25(12) : 1366-1376.

Klenner, P., Hüsigg, S., and Dowling, M (2013), "Ex ante evaluation of disruptive susceptibility in established value networks – When are markets ready for disruptive innovations?", *Research Policy*, 42(4) : 914-927.

Liesenkötter, B. and G. Schewe (2012), "Der Sailing-Ship-Effect in der Automobilwirtschaft oder warum wir immer noch nicht elektrisch fahren?!", *uwf UmweltWirtschaftsForum*, 20(2-4) : 175-187.

Lotka, A. J. (1956), *Elements of Mathematical Biology*, New York: Dover Publications.

Narin, Francis, and Dominic Olivastro (1992), "Status report: linkage between technology and science", *Research policy*, 21(3) : 237-249.

Robertson, Thomas S., and Hubert Gatignon (1986), "Competitive effects on technology diffusion", *The Journal of Marketing*, 1-12.

Robertson, Thomas S., Jehoshua Eliashberg, and Talia Rymon (1995), "New product announcement signals and incumbent reactions", *The Journal of Marketing*, 1-15.

Schiavone, F (2011), "Strategic reactions to technology competition: A decision-making model", *Management Decision*, 49(5) : 801-809.

Schilling, M. A. (2005), *Strategic management of technological innovation*, New York: McGraw-Hill/Irwin.

Suarez, Fernando F. (2004), "Battles for technological dominance: an

integrative framework", *Research Policy*, 33(2) : 271-286.

Tripsas, M. (1997), "Unraveling the process of creative destruction: Complementary assets and incumbent survival in the typesetter industry", *Strategic Management Journal*, 18(1) : 119-142.



## Abstract

Forecasting next generation technology using  
Lotka-Volterra competition model and Influence of factors

Hyein Kim

Department of Industrial & Systems Engineering  
Graduate School of Dongguk University

Recently, forecasting for next-generation technologies have influenced the competitiveness of companies. However, in previous studies, only extract factors influencing the adoption of technology have been investigated. Also, there are few researches on the importance of each decision factors or the competition between technologies.

In this research, Lotka-Volterra model is used to confirm the technological competition in the new technology choice timing when the competition is intensified due to the emergence of new technologies. For purpose of this study, estimate the LVC model based on the data of the past competition and then derived the factors affecting the technology of competition and substitution from the literature survey. After that, we confirmed the factor value between the past and the present technology competition. The difference between the factor values derived from the previous step is used to revise the model estimated from the past data base. At this stage, regression analysis is used to derive the importance of each factor and use it as the weight.

Through the correction model, the competitiveness is identified through 1: 1 comparison with competition candidate technology and existing dominant design technology. In this research, we quantitatively propose the possibility that a specific technology can become a dominant design in the next generation, based on the difference in factor values and importance. This results will help the company's R&D strategy and decision making.



## 감사의 글

2014년 학부생 시절, 윤병운 교수님의 개별연구 학생으로 시작한 연구실 생활을 어느덧 마무리하는 감사의 글을 쓰게 되었습니다. 이렇게 마무리하기까지 도와주신 많은 분들께 지면을 빌려 감사 인사드립니다.

먼저 부족한 저를 연구실에 받아주셔서 많은 가르침을 주신 윤병운 교수님께 감사 인사드립니다. 학교에 첫 발을 내딛던 순간부터, 졸업하는 지금까지 교수님 덕분에 좋은 사람들과 함께 공부 할 수 있었습니다. 명확한 답을 가르쳐주시기 보단 진취적이고 자기주도적으로 옳은 방향을 찾아갈 수 있도록 가르쳐 주시는 교수님 밑에 있을 수 있어 큰 영광이었습니다. 또한 바쁘신 와중에도 논문 심사를 진행해주신 박준영 교수님과 손영두 교수님께도 감사드립니다. 그리고 항상 딸처럼 예뻐해 주시고 저를 포동포동하게 해주신 조성구 교수님, 비슷한 얼굴과 분위기로 에피소드가 많았던 염세경 교수님께 정말 감사하다는 말씀 드리고 싶습니다. 두 분이 있었기에 발랄하게 대학원 생활을 하며 즐겁게 졸업할 수 있었습니다. 또한 학부생 때부터 좋은 강의해 주셨던 홍성조 교수님, 이종태 교수님, 권영식 교수님께도 감사드립니다. 그리고 어디선가 흐뭇하게 보고 계실 故이용한 교수님께도 정말 감사드립니다.

이제는 가족처럼 서로의 모든 것을 알고 있는 Data & Technology Intelligence 연구실 식구들에게도 감사하다는 말 전하고 싶습니다. 천방지축이고 연구에 관심 보이지 않던 저를 이렇게 석사가 되도록 마음 써준 유진언니에게 정말 감사 인사드립니다. 그리고 항상 존경하는 우리 연구실의 기둥이자 든든한 인채오빠, 엄마의 힘은 위대하다는 걸 보여주는 기은언니에게도 감사드립니다. 그리고 인생의 선배처럼 때로는 친구처럼 옆에서 항상 의지가 된 혜진이, 그리고 동기로서 많은 도움 받고 고마웠던 두섭오빠와 태연이 그

리고 우리 막내 귀여운 선혜에게도 정말 고맙습니다. 자주 만나지는 못했지만 잘 챙겨주셨던 아주대 조찬우 박사님에게도 감사 인사 전합니다. 그리고 행정적으로, 인생의 선배로서 조언 아낌없이 해주셨던 희진언니, 항상 따뜻한 말로 위안이 되었던 혜정언니에게도 감사드립니다. 대학원 생활을 함께한 승현오빠, 창균오빠, 진영이에게도 감사 인사 전합니다. 다들 타과에서 와서 적응하느라 힘들었을텐데 도움이 되지 못해 미안하고 오히려 제가 받은 게 많아 고맙습니다. 표현은 다들 무뎡뎡하지만 그래도 이제 제법 막역한 사이라고 믿고 있습니다. 그리고 함께 졸업 준비하느라 애쓴 명룡이와 부쩍 친해진 보한이, 항상 잘 따라주는 형호와 지원이에게도 고맙단 말 전하고 싶습니다.

항상 응원 해주셨던 정각원 식구분들께도 감사 인사 전합니다. 강은희 과장님, 이민기 선생님을 포함한 많은 조교 선생님들과 근로학생들 덕분에 학교 생활이 즐거웠고 지금까지 좋은 인연 이어갈 수 있게 되어 정말 감사드립니다. 그리고 항상 저의 생사를 확인하며 저를 진심으로 위해주고, 마음 써주는 진정한 친구 영선이와 무슨 일이 있으면 항상 달려와주던 현준이, 20살 철부지 시절부터 함께 해온 수지에게도 고맙단 말 전하고 싶습니다. 또한 물심양면 지원해주시고 예뻐해주시는 한국외대 전자물리학과 구원모님께도 깊은 감사드립니다.

끝으로 이렇게까지 석사가 되기까지 제게 있어 가장 큰 버팀목은 가족들의 사랑이었습니다. 항상 제가 무엇을 하든 당당하고 사랑받으며 지낼 수 있도록 사랑으로 키워주시고 물심양면 아낌없이 지원해주시며 응원해주신 아버지 “김노식”, 어머니 “김은정”님께 정말 큰 감사드립니다. 그리고 든든한 친구 같은 우리 오빠 “김용대”에게도 감사 인사 전합니다.

2017년 12월 김 혜 인