

기술대체 영향요인과 Lotka-Volterra 경쟁 모형을 이용한 차세대 기술 예측[†]

Forecasting Next Generation Technology Using Lotka-Volterra Competition Model
and Factors for Technology Substitution

김혜인(Hyein Kim)*, 정유진(Yujin Jeong)**, 윤병운(Byungun Yoon)***

목 차

I. 서론	IV. 분석결과
II. 배경이론	V. 결론
III. 연구 프레임워크	

국문 요약

최근 차세대 기술에 대한 사전적인 예측이 기업의 경쟁력을 좌우하고 있다. 하지만 기존 연구에서는 기술 채택에 영향을 미치는 요인 규명만 이뤄지고 있으며, 결정 요인 별 중요도나 기술 간 경쟁 양상을 파악하는 연구는 미비한 실정이다. 본 연구는 신기술의 등장으로 인해 경쟁이 심화되는 기술 대체 시점에서 기술 경쟁 양상을 확인하기 위해 Lotka-Volterra 모형을 이용하며, 이를 통해 차세대 기술을 도출하고자 과거 경쟁이 끝난 데이터를 기반으로 모형을 추정하고, 기술 대체 및 경쟁에 영향을 미치는 요인들을 선형적으로 도출하여 과거 경쟁기술과 현재 기술 경쟁 시 요인 값의 차이를 파악한다. 이후 요인과 계수 간 영향 관계를 바탕으로 도출된 각 요인 값의 차이를 반영하여 과거 데이터를 기반으로 추정된 모형을 보정하는데 이때 요인 별 중요도를 회귀분석을 통해 파악하여 가중치로 활용하였다. 이를 통해 보정된 모형을 경쟁 후보 기술과 기존 지배적 디자인 기술에 적용하여 1:1 비교를 함으로써 경쟁 관계를 파악한다. 본 연구는 시간에 따른 요인 값의 변화량과 중요도를 기반으로 특정 기술이 차세대 시장에서 지배적 디자인이 될 가능성을 정량적으로 제시하였으며, 이는 기술 대체 시기에 기업의 전략 수립 및 의사결정 시 실증적 증거로써 활용될 것으로 기대한다.

핵심어 : 기술 대체, 기술 경쟁, LVC 모형

※ 논문접수일: 2017.9.1, 1차수정일: 2017.11.11, 게재확정일: 2017.12.15

* 동국대학교 산업시스템공학과 석사과정, eee_ooo@dongguk.edu, 02-2260-8743

** 동국대학교 산업시스템공학과 박사수료, jeongyujin@dongguk.edu, 02-2260-8743

*** 동국대학교 산업시스템공학과 교수, postman3@dongguk.edu, 02-2260-8659, 교신저자

† 이 논문 또는 저서는 2017년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2017S1A5A2A01023966).

ABSTRACT

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.

Key Words : Technology Substitution, Techonology Competition, LVC Model (Lotka Volterra Competition Model)

I. 서 론

세계적으로 기업 간 시장경쟁, 신제품 출시 가속화 및 기술개발 경쟁으로 기술의 수명이 단축되면서 기술변화 주기가 가속화되고 있다(노대민 외, 2013; 박현우 외, 2011; 양동욱 외, 2015). 이러한 급속한 기술변화 속에서 신기술과 구기술의 경쟁은 심화되고 있어 신기술이 시장에 출시되었을 때, 성공적으로 소비자들에게 받아들여지지 않으면 기술 자체가 시장에서 사라질 수 있다(조영란 외, 2012). 따라서 소비자가 신기술을 기반으로 출시된 제품 간 세대교체를 수용하는지에 대한 파악은 기업의 성공뿐 아니라, 산업의 표준을 새로이 결정짓게 되는 중요한 사안이 되었다. 기업들은 기존의 기술이 한계에 이르기 전, 새로운 두 가지 이상의 대체 기술이 차세대 기술을 위한 경쟁을 하게 되고 결국 한 가지 기술을 활용한 제품으로 시장 점유율이 모이게 되는 지배적 디자인이 등장한다. 여러 기업은 자사의 기술이 지배적 디자인이 되기 위한 노력이 기업의 생존에 있어 매우 중요하다고 생각하기 때문에 차세대 지배적 디자인 후보의 분석으로 해당 후보기술들의 미래 영향력을 전망하고자 한다. 이는 기업 및 산업에 연구 통찰력과 미래 방향성을 제시한다는 점과 동시에 기술의 진화 및 발전 방향성을 예측함으로써 전략적 R&D 방향 제시가 가능하다. 이러한 중요성을 바탕으로 기업들은 차세대 기술 도출에 영향을 미치는 결정요인을 찾기 위해 다양한 관점의 선행연구가 수행되고 있다.

하지만 차세대 기술에 영향을 미치는 요인에 관한 연구의 중요성은 강조되고 있으나 제한적인 기술영역과 연구 관점을 기반으로 소비자의 선택 경쟁 예측만 이뤄지고 있다. 주로 경영 전략적인 측면에서 접근하여 전략적 의사결정 과정에 보다 초점을 맞추고 있으며, 각 연구자의 주요관점 및 연구대상에 따라 개별적인 결정요인만을 도출하였다(이수 외, 2012; 윤인환 외, 2014). 또한, 차세대 기술 선택 경쟁을 예측하는 경우 단순히 제품 사양 및 기술 성능 중심으로 차세대 기술의 가능성을 평가하는 한계가 존재하여 기술 대체 시기의 특성 및 차세대 후보 기술 간의 경쟁 관계 반영이 미흡한 실정이다. 기술 확산에 유의한 영향을 미치는 경쟁 구조와 시장구조 간 영향 관계 반영하여 모형을 변형시킨 사례가 있으나 다양한 요인이 반영되어 모형을 변형시킨 응용연구가 부족하다.

본 연구에서는 이러한 한계점을 반영하여 차세대 기술 후보들과 현재 지배적 디자인 간 경쟁 관계를 파악하여 차세대 기술을 예측하고자 한다. 이때 경쟁 확산 양상을 정량적으로 분석 및 해석할 수 있는 로트카-볼테라 경쟁(Lotka-Volterra Competition, 이하 LVC) 모형을 이용한다(Lotka, 1926; Lotka, 1956; Mahajan, V. and Wind, Y., 1985). 또한 기술 경쟁, 대체에 영향을 미치는 요인의 시간에 따른 각 요인 값 차이를 파악하여 이를 LVC 모형을 보정하는데 사용한다.

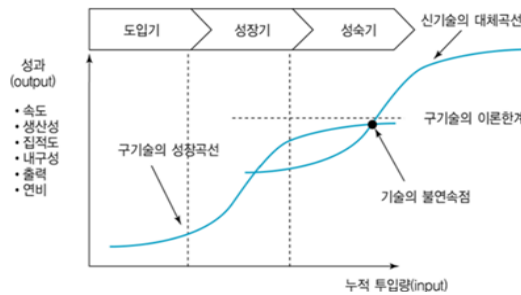
본 논문의 구성은 총 5장으로 되어 있으며, 각 장의 구체적인 내용은 다음과 같다. 1장에서는 연구의 배경 및 필요성과 연구의 목적에 관해서 설명하고 2장에서는 연구에서 사용된 배경 이론을, 3장에서는 차세대 기술을 예측하는 모형을 제시하고자 한다. 4장에서는 본 연구에서 제시한 모형을 실증 분석한 결과를, 마지막 5장에서는 결과를 종합하여 결론을 도출하였다.

II. 배경이론

1. 기술 대체(Technology Substitution)

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, 이러한 경쟁력 있는 대체기술의 등장은 전체시장의 규모와 성장률, 시장구조에 중요한 영향을 끼친다(KISTI, 2004). 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).

기술 대체를 예측하여 기술 변화에 대한 적절한 대응을 하는 것은 기업의 생존을 결정하는



(그림 1) 기술성장곡선과 대체곡선

기술기반 산업에서 전략적 이슈가 되고 있다(Anderson and Tushman, 1990; Christensen and Rosenbloom, 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.

2. Lotka–Volterra Competition Model (LVC)

로트카 볼테라 경쟁모형(LVC)이란 진화적 게임 이론을 기반으로 한 경쟁 확산모형 중 하나로써, 기술 분야 내에서 신기술들이 차세대 기술로써의 경쟁을 할 때 해당 후보 기술들의 차세대 기술로써의 가능성을 정략적인 값으로 표현하기 위해 주로 사용한다. 기술 분야 내에서 시간에 따라 복수의 신기술들이 지속적으로 개발되고 상용화되어 확산되는 과정을 모사하는 다세대 기술진화에 대한 설명에 적합한 모형으로 이종 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 집단의 관계를 표현한 기본적인 LVC 방정식은 다음 식 (1), (2)와 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 기술 1, 기술 2에 대한 수요 누적 값

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 방정식을 이용하여 기술의 확산과정을 설명한 연구는 다양하게 진행되고 있다. 주로 두 개의 기술 간 LVC 모형의 모수, 계수의 의미를 파악하여, 어떤 기술이 추후에 살아남을지 예측한 연구가 주를 이루고 있었다. 하지만 최선미·박명철(2015)와 같은 경우, LVC가 두 개의 기술(개체) 간 상호관계를 파악한다는 한계점을 극복하고자 이를 다세대 LVC 모형으로 변형하

여 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, 해석과 추정의 편의를 위해 일부분 변경하여 기술 간 경쟁 확산모형으로 제안한 연구도 있다(김문수·이성주, 2008).

기존 연구들은 주로 초기의 데이터를 통해 비선형 모수 추정을 하여 유의한 계수를 도출하는 방식으로 연구를 진행하여 동적인 변화를 포함하고 기술 경쟁 관계를 반영했다는 Contribution이 존재 하지만 현실적인 복잡성을 반영하지 못했다는 점, 또한 기술 분야에 따라 각각의 기술 경쟁이 갖고 있는 특징을 반영하지 못한 한계점이 존재한다(김윤배 외, 2001).

따라서 본 연구에서는 차세대 기술 등장 시, 여러 후보 기술들 간 경쟁을 하는 양상의 특징을 반영한 LVC 방정식을 이용하여 정량적인 식으로 나타냄으로써 보다 객관적인 자료로 기술의 경쟁 양상을 표현하고자 한다.

III. 연구 프레임워크

기술 간 경쟁 시 어떠한 경쟁 양상을 보였는지 파악하기 위한 모형으로는 Bass의 경쟁확산 모형과 LVC 모형을 활용한 예측모형 등이 있다(최선미·박명철, 2015). 본 연구에서는 분석 대상 기술의 연도 별 등록 특허 개수를 통해 경쟁 관계를 파악하였으며, 예측력이 높은 것으로 알려져 있는 LVC 모형을 활용하여 경쟁 관계를 모형화하였다. 시간에 따라 다른 기술 대체, 경쟁 요인의 차이를 파악하여 모형을 보정하는데, 이 때 전체 디스플레이 기술에 각 요인의 영향력을 가중치로 도출하여 곱해준다. 제시하는 방법론은 디스플레이 경쟁 기술들을 바탕으로 실증 분석을 실시하였다.

1. 과거 LVC 모형 추정

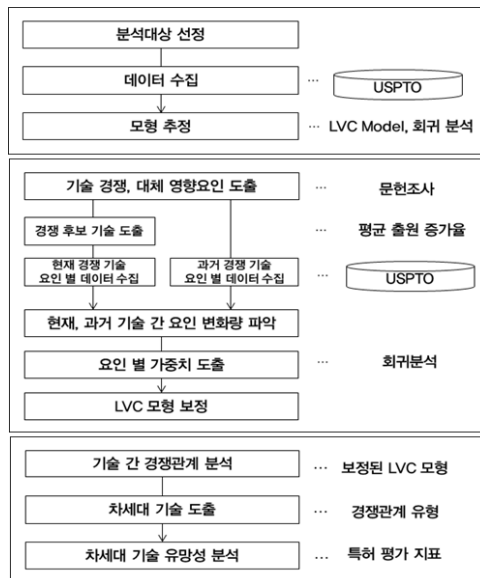
1) 분석대상 선정

앞서 언급한 바와 같이 본 연구는 기술 대체시기에 영향을 미치는 기술 경쟁, 대체 요인들을 파악하고 이 요인들의 시간에 따른 영향력 변화량을 파악하여 모형에 반영하여 차세대 기술을 예측하는데 목적이 있다. 이 때 기술 경쟁 요인은 기술 간 경쟁 양상을 촉진시키는데 영향을

주는 요인들이며, 기술 대체 요인의 경우 지배적 디자인 결정과정 즉, 기술 대체에 영향을 줄 수 있는 요인들을 문헌조사를 통해 도출하였다. 따라서 가장 먼저 과거 데이터를 이용하여 LVC 모형을 추정하는 작업이 필요하므로 분석대상을 2세대 이상인 데이터가 많은 기술을 선택한다.

2) 데이터 수집

기술의 등록 특허 수에 따라 경쟁의 양상을 파악하므로 해당 기술에 대한 전체 특허를 키워드 검색식을 이용하여 미국특허청(USPTO)의 등록특허를 검색하여 수집하였다. 등록특허를 이용하여 경쟁의 양상을 파악하는 이유는 기업은 주로 개발기술의 상용화를 통해 시장을 선점하기 위해 특허 등록이나 출원을 하는 경향이 있기 때문이다(김방룡·황성현, 2009). 따라서 등록 특허가 증가할수록 기술 경쟁이 발생하게 되며 이는 곧 기술 대체가 일어날 수 있는 환경이 조성되는 것을 의미하므로 등록 특허의 개수로 기술의 경쟁 양상을 파악 할 수 있다. 또한 미국 특허청의 등록특허만을 사용한 것은 전 세계의 다양한 특허가 미국 특허청에 등록되기 때문에 각국의 특허 상황을 평가하는데 타당하기 때문이다(Narin and Olivastro, 1992; 박정규·허은녕, 2003).



(그림 2) 연구 프레임워크

3) 모형 추정

계수를 추정하기 위해 R을 이용하여 비모수 회귀분석을 통한 계수 추정을 시행하였다. 추정 시, 일반적인 이중 간 경쟁을 나타내는 기본 형태의 LVC 방정식을 기반으로 추정을 하였다.

2. 기술대체 영향 요인 도출

1) 기술 경쟁, 대체 영향요인 도출

기술 대체시기에 영향을 미치는 요인 값의 차이를 파악하기 위해 사전에 기술 경쟁, 대체 요인들을 도출하기 위한 선행 연구들을 바탕으로 문헌 조사를 실시하였다. 문헌조사를 통해 도출한 요인 중 실질적으로 연구 적용 가능성, 데이터 사용 가능성이 있는 요인들을 선정된 뒤 각 요인을 설명할 수 있는 특허 지표를 매칭하여 요인 별 조작적 정의와 함께 <표 1>과 같이 정리하였다.

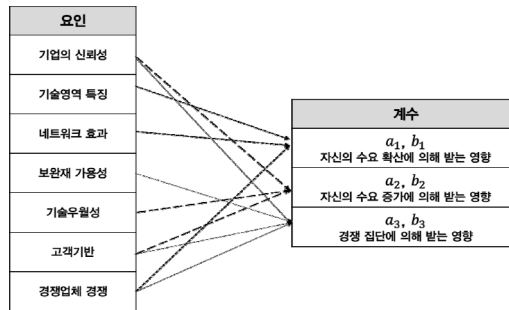
2) 경쟁 후보기술 도출 및 데이터 수집

요인의 조작적 정의를 바탕으로 경쟁 기술들의 각 데이터를 수집한다. 이때 기술이 경쟁하는 시기에 따라 각 요인의 값의 차이를 파악하기 위해 시대별 경쟁 기술들의 데이터를 수집하였다.

경쟁기술은 현재와 과거 기술 간 요인의 값 차이를 파악하기 위해 경쟁 후보 기술을 도출하는데, 이때 최근 급부상하고 있는 기술을 도출하기 위해 연도 구간별 특허 기술의 출원 경향을 살펴본다(KEIT, 2013). 주요국인 한국, 미국, 일본, 유럽(독일, 프랑스, 영국), 중국의 최근 5개 년도(10~14년) 구간과 이전 5개년도(05~10년) 구간 총 출원 건수를 비교하여 주요 출원국인 5개국의 평균 출원 증가율을 도출함으로써 기술의 부상 정도를 파악할 수 있다. 도출된 주요 출원국의 평균 출원 증가율보다 높은 출원 증가율을 보이는 기술들을 현재 경쟁 후보기술로써 정의한다.

3) 현재, 과거 기술 간 요인 변화량 파악

과거 데이터만을 기반으로 도출한 LVC 모형을 차세대 기술 예측에 적용할 경우 어려움이 있기 때문에 본 단계에서는 시간에 따른 요인 값의 차이를 파악하여 보정하고자 한다. 즉, 과거와 현재 경쟁 기술 간 요인의 값의 차이를 파악한 뒤, 그 값의 차이 정도를 요인과 계수 간 관계에 따라 차등적으로 반영하여 보정한다.



(그림 3) LVC 계수와 요인 간 관계

요인과 계수 간 관계는 문헌 조사를 통해 기술 대체, 경쟁요인과 LVC 모형의 각 계수 간 영향 관계를 파악하였다. (그림 3)은 요인과 계수 간의 관계를 나타낸다.

4) 요인 별 가중치 도출 및 LVC 모형 보정

모형을 보정하기 위해 경쟁기술의 시대에 따른 요인의 값 차이를 파악하였으나, 요인의 중요도나 영향력이 반영되지 않은 채 일괄적으로 적용되기에는 한계점이 존재할 수 있다. 따라서 각 요인이 분석 대상의 기술에 미치는 영향력이나 중요도에 따라 모형에 차등적으로 보정될 수 있도록 요인의 영향력을 파악하여 이를 가중치로 사용하여 보정하도록 한다. 이를 위해 회귀 분석을 시행 하는데, 종속변수는 전체 분석 대상 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 한다. 이때 기존 계수에 보정계수를 곱함으로써 모형을 보정하게 되는데, 이는 기존의 과거 데이터를 기반으로 추정된 LVC 모형을 미래 경쟁 기술에 적용하여 추정하는 데 필요한 과정으로 시간의 차이를 반영하여 모형을 변형시키고자 함이다. 보정계수는 각 경쟁 기술의 과거, 현재 요인의 시간에 따른 변화량을 통해 도출하였으며 이를 경쟁 집단에 의해 받는 영향을 나타내는 계수인 b_3 를 통해 보정 식을 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

$F_{i\Delta}$: i번째 요인 값의 차이

Q_i : 전체 기술에 i번째 요인이 미치는 영향력

〈표 1〉 기술 대체, 경쟁 요인

구분	변수	설명	지표		출처
			조직적 정의	수식	
기술대체 요인	기업의 신뢰성	기업에 대한 일반적인 평판 및 생산능력에 대한 신뢰 정도	영향력 지수(CPP)	영향력지수(CPP) = $\frac{\text{출원인별 인용된 횟수}}{\text{전체 등록건수}}$	Suarez(2004), 이수 외(2012)
	기술영역 특정	상호교환정보 가능성 및 공동개발모임 형성 가능성	융합 특허 지수	융합특허지수 = $\frac{\text{해당기술의 (융합특허수)}}{\text{전체기술의 (특허수)}}$	Suarez(2004), 이수 외(2012)
	네트워크 효과	광범위한 고객기반의 존재	특허 권리 현황	특허권리현황 = $\frac{\text{유지특허수}}{\text{해당년도전체특허수}}$	Suarez(2004), 윤인환 외(2014)
	보완제 가용성	연계 및 호환이 가능한 기술 및 제품의 가용성	보완제 기술 특허 개수	해당 기술의 보완제 기술의 연도 별 특허 개수	임명성 외(2011)
기술경쟁 요인	우월성	경쟁기술 대비 뛰어난 점 또는 더 나은 성능을 제시할 수 있는 능력	피인용 특허 지수	피인용특허지수 = $\frac{\text{해당년도의특허피인용수}}{\text{기술분류가동일한특허군의피인용수평균}}$	Suarez(2004), 이수 외(2012), Liesenkotter and Scheue(2012)
	고객기반	기업의 제품을 사용하고 있는 고객의 수	시장확보지수	시장확보지수 = $\frac{\text{해당년도의특허피인용수}}{\text{기술분류가동일한특허군의피인용수평균}}$	Suarez(2004), 임명성 외(2011) Klenner et al.(2013)
	장재업체 경쟁	경쟁정도	허벌달 지수	$HHI = \sum_{i=1}^N s_i^2 = \sum_{i=1}^N \left(\frac{N_i}{N} \times 100 \right)^2$	Thomas S. Robertson and Hubert Gatignon (1986) Tripsas(1997) Bessant et al. (2005) Schiaivone(2011)

5) LVC 모형 보정

기본 LVC 모형은 동일 시점의 i, j 집단 성장 단계에서 서로의 영향을 주고 받는 관계를 표현한 것이며 각 모형의 계수 별 다른 의미를 가지고 있다(이제호, 1997; Modis and Wierenga, 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 비교해야하는지 또한 요인과 계수 간 관계에 따라 어떤 요인을 파악해야하는지 다음 <표 2>와 같이 정리하였다.

<표 2> 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, 경쟁업체 경쟁	Q_1, Q_4, Q_6, Q_7
b_1'	과거 기술 2 - 후보기술 A	기술영역의 특징, 네트워크 효과, 경쟁업체 경쟁요인	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 경쟁요인 값의 증감량	Q_1, Q_4, Q_6, Q_7

Q_i : 전체 기술에 i 번 째 요인이 미치는 영향력

3. 차세대 기술 예측

1) 기술 간 경쟁관계 유형 파악

LVC 모수에 따른 경쟁관계 유형은 <표 3>과 같다.

6개의 경쟁관계 유형 중 포식자-피식자, 상호공존, 일방적 수혜, 일방적 피해의 유형의 경우 경쟁 우위 기술이 나타날 수 있으므로 해당 경쟁관계 유형들을 차세대 기술이 등장한 유형이라고 정의 내린다.

〈표 3〉 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

2) 차세대 기술 도출

기존 데이터를 통해 현재 지배적 디자인(Dominant Design)인 기술과 경쟁 후보 기술로 도출한 기술들과 1:1 비교를 통해 경쟁관계 유형을 도출한다. 하지만 이 때 절대적인 관점에서 1:1 비교를 하는 것이 아니라 상대적인 관점에서 기술들을 비교하기 때문에 차세대 기술 후보 기술의 역량이 부족하더라도 차세대 기술로써 정의된다는 한계점이 존재한다. 따라서 이를 극복하고자 차세대 기술로 도출된 기술들을 특허지표를 통해 유망성 분석을 실시하고자 한다.

3) 차세대 기술 유망성 분석

다수의 차세대 기술 중 실질적으로 가장 유망한 기술을 도출하기 위해 유망성 분석을 실시한다. 이 때 〈표 4〉와 같이 권리성, 기술성, 시장성 정도를 특허지표를 통해 측정하여 차세대 기술의 유망성 순위정보를 제공한다. 이로써 직관적으로 기술의 유망 순위를 파악 할 수 있어 향후 전략 수립 시, 집중해야할 기술 분야 도출이 가능하다.

〈표 4〉 유망성 평가 지표

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

IV. 분석결과

1. 과거 LVC 모형 추정

1) 분석대상 선정과 데이터 수집

본 연구에서는 디스플레이 산업을 분석대상으로 선정하고자 한다. 디스플레이 산업의 경우 빠른 기술 성장 변화에 맞추어 기업들 간 산업주도권을 두고 쟁탈전이 반복되어 온 대표적인 산업이며 특히 우리나라가 글로벌 경쟁에서 산업주도권을 확보한 국가 핵심 산업이다. 하지만 외부시장의 급성장과 한국 기업들의 시장경쟁력 약화로 인해 디스플레이 산업주도권이 약화되고 있어 산업의 변화에 따른 장기적 시각과 글로벌 디스플레이 산업구도를 조망함으로써 산업의 기술경영 전략 제시가 필요한 시점이다. 따라서 본 연구는 경쟁 사례가 풍부하고 차세대 예측에 대한 니즈가 높은 산업인 디스플레이 기술을 본 연구에 적용할 사례로 적합하다고 판단하였다.

디스플레이 산업 중 평판 디스플레이의 대표적인 경쟁 사례로 꼽히는 LCD와 PDP 사례를 과거 경쟁 사례로 선정하여 USPTO에 등록된 등록 특허를 대상으로 해당 데이터를 수집하였다.

2) 모형 추정

계수를 추정하기 위해 R을 이용하여 비모수 회귀분석을 통하여 1975년부터 2015년까지 LCD, PDP의 연도별 특허 데이터 수를 수집하여 계수 추정을 실시하였으며 각 기술의 특허 누적 개수는 각각 31112, 36596개에 달하는 것을 확인 할 수 있었다. 추정 결과 R-Squared 값은 약 95% 이상으로 설명력이 높은 것을 확인 할 수 있으며, <표 5>와 같이 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 있다. 당시 디스플레이 시장 내 가장 중요시 되는 이동성 측면에서 전력소모가 크다는 단점을 LCD가 완벽하게 극복하며 디스플레이 산업 내 독점적 지위를 확보한 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.

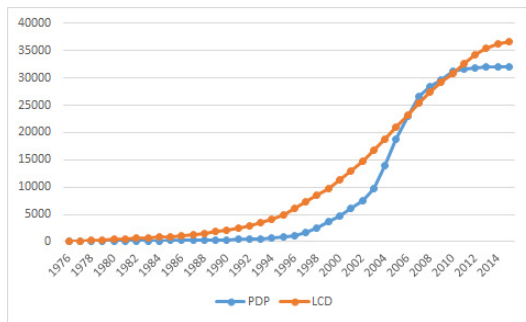
$$PDP = 0.371 Y(t) - 0.000386 Y(t)^2 - 0.000005444 Y(t)X(t) \tag{3}$$

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

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

〈표 5〉 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) PDP와 LCD의 경쟁 추세

2. 기술대체 영향 요인 도출

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 6〉과 같다. 따라서 약 38% 이상의 특허 출원 증가율을 나타내는 기술을 최종 경쟁 후보 기술로 정의하고자 한다.

차세대 디스플레이로 각광받고 있는 디스플레이 기술 중 디지털 TV 시장을 기반으로 경쟁

〈표 6〉 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%

양상을 파악하였다. 최근 디지털 TV의 방송 서비스가 향후 실감방송으로 발전할 전망이기 때문에, 디지털 방송과의 동반 발전을 위해 실감형 TV가 등장할 것으로 예측하고 있다. 따라서 이러한 실감형 TV를 제공할 수 있는 디스플레이 기술들을 〈표 7〉과 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 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

〈표 7〉은 한국산업기술평가관리원(KEIT)과 산업통상자원부에서 기술 수요 조사 시 사용하는 기술 분류로서, 본 연구에서는 해당 기술 분류의 차세대 디스플레이(융복합 디스플레이)의 중분류 수준에서 경쟁 후보 기술을 선정하였다. 하지만 신기능 디스플레이와 같은 중분류의 경우 다른 기술에 비해 수준이 높고 기술의 범위가 너무 넓어 소분류 수준으로 경쟁 후보 기술을 선정하였다. 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.

2) 기술 경쟁, 대체 영향요인 도출 및 데이터 수집

앞서 언급했던 <표 1>의 기술 대체, 경쟁에 영향을 미치는 요인들의 조작적 정의와 해당 요인을 설명하는 특허 지표에 기반하여 과거 경쟁 기술인 LCD, PDP와 경쟁 후보 기술인 QLED, 플렉서블 디스플레이, 3D 디스플레이의 요인 별 데이터를 수집하여 다음과 같이 정리하였다. 현재 경쟁 후보 기술의 경우 최근 10개년(2006~2015년)의 데이터를, 과거 경쟁 기술의 경우 현재 경쟁 기술 이전의 10개년(1996~2005년)의 데이터를 수집하였다.

3) 현재, 과거 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. 각 요인 별 데이터는 2006~15년도까지 <표 1>의 요인 별 조작적 정의에 의하여 데이터를 수집하였다. 수집된 각 데이터를 요인별로 평균을 내었으며, 이후 비교 기술에 따라 각 요인의 평균 값을 비교하여 변화량을 도출하였다.

(1) LCD와 QLED가 경쟁 할 경우

LCD와 QLED의 요인을 수집하여 살펴본 결과, QLED의 경우 기술우월성(X_5)이 가장 높았

<표 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

으며 기업의 신뢰성(X_1)이 가장 낮은 값을 갖고 있는 것을 <표 8>과 같이 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.

(2) LCD와 플렉서블 디스플레이(FD)가 경쟁 할 경우

LCD와 FD의 요인을 수집하여 살펴본 결과, FD 요인은 주로 QLED와 비슷한 양상인 것을 확인할 수 있었다(<표 9> 참조). 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 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 10> 참조).

〈표 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) 요인 별 가중치 도출

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. 〈표 11〉에서 제시한 바와 같이 회귀분석 결과를 살펴보면 수정된 R 제곱값이 .542로 비교적 높은 설명력을 지니고 있는 것으로 나왔으며, 유의확률이 .000으로 통계적으로 유의함을 알 수 있다. 회귀분석으로 종속변수에 영향을 미치는 독립변수를 살펴보면, 기술 영역 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 맞춰 기업들 간 치열한 기술경쟁이 반복되는 대표적인 하이테크(High-Tech) 산업임을 잘 나타내고 있다.

〈표 11〉 회귀분석 결과

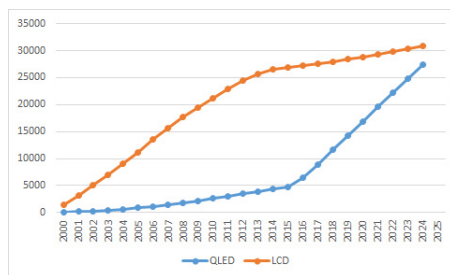
독립변수	B	β	t	p	VIF
(상수)	1089.336		1.143	0.262	
X_1	263.030	0.123	1.055	0.299	1.149
X_2	-31.180	-0.245	-1.699*	0.099	1.776
X_3	-216.001	-0.058	-0.488	0.629	1.215
X_4	-404.550	-0.110	-0.852	0.401	1.423
X_5	3.211	0.760	5.817***	0.000	1.456
X_6	-443.117	-0.065	-0.470	0.642	1.641
X_7	849.282	0.105	0.745	0.461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

5) LVC 모형 보정

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 6.3 년으로 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.

(1) LCD와 QLED 간 경쟁

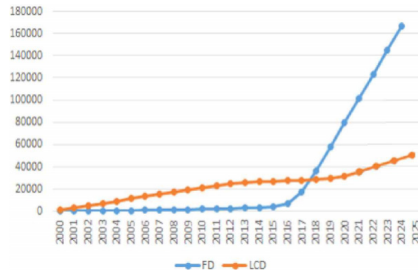
계수	값	경쟁유형
LCD_{a_3}	-0.310	순수 경쟁 유형
$QLED_{a_3}$	-0.0000046	



(그림 5) LCD와 QLED의 경쟁 추세

(2) LCD와 플렉서블 디스플레이 간 경쟁

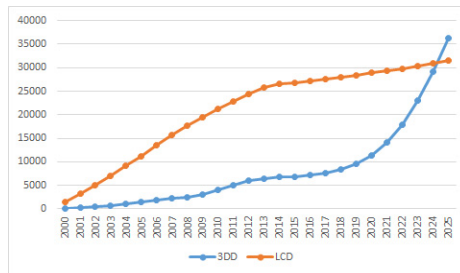
계수	값	경쟁유형
LCD_{a_3}	-0.0001343	포식자-피식자 유형
FD_{a_3}	0.00000054	



(그림 6) 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 7) LCD와 3DD의 경쟁 추세

3. 차세대 기술 예측

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(〈표 12〉 참조). 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 보여진다.

〈표 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

2) 차세대 기술 유망성 분석

이전 단계에서 정의한 차세대 기술이 등장하는 경쟁관계 유형이 이와 같이 2개 이상 도출될 경우, 〈표 13〉과 같이 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 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

V. 결 론

본 연구에서는 기술대체 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 후보기술들 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 이와 같이 다수의 차세대 기술이 도출된 경우 유망정도를 파악하여 사용자에게 추가적인 정보를 제시하고자 유망성 평가를 실시하여 유망 우선순위를 제시하였고, 그 결과 플렉서블 디스플레이가 가장 유망성이 높은 기술로 도출되었다.

본 연구는 경쟁하는 기술들을 각각 서로 경쟁하는 하나의 종(種)으로 보고 그들의 관계를 정량적으로 분석했다는 점에서 학문적 기여가 존재한다. 모수 추정을 하여 미래를 예측할 경우, 미래의 데이터의 양이 추정을 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. 따라서 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 보다 정확하게 경쟁 관계유형을 도출할 수 있으며, 기술 간 동적균형을 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 활용 가능하다.

하지만 본 연구에서는 다음과 같은 한계점을 가진다. 계수 보정 시, 정성적인 방법으로 요인 값의 차이를 이용하는 부분에 있어 한계가 존재한다. 또한 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.

참고문헌

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」, 17(6): 1336-1341.
- 김문수·이성주 (2008), “기술경쟁과 시장구조를 고려한 서비스 수요확산패턴”, 「한국통신학회 논문지」, 33(9): 822-831.
- 김방룡·황성현 (2009), “특허 정보를 활용한 IT 유망기술 도출에 관한 연구”, 「한국통신학회 논문지」, 34(10): 1021-1030.
- 김윤배·김재범·이희상 (2001), “변형된 다세대 Lotka-Volterra 모형을 적용한 IMT-2000 가입자 수요예측”, 「산업공학 (IE interfaces)」, 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”, 「한국기술혁신학회 학술대회」, 387-399.
- 박현우·이종택 (2011), “초기단계 기술의 가치평가 방법론 적용 프레임워크”, 「한국기술혁신학회 학술대회」, 94-107.
- 송상호 (2005). “기술혁신 유형과 기술혁신 영향요인에 관한 상황론적 연구”, 「인사조직연구」, 14(2): 177-213.
- 양동욱·유준우·김연배 (2015), “기업의 지식재산경영 전략 연구”, 「지식재산연구」, 10(4): 211-254.
- 윤인환·이희상·정철호 (2014), “모바일 OS 에서 지배적 디자인을 결정하는 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, 복잡성과학의 이해와 적용」, 삼성경제연구소.
- 임명성·이상현 (2012), “지배적 디자인의 결정요인이 스마트폰의 지속적 사용의도에 미치는 영향연구”, 「디지털정책연구」, 10(10): 247-258.
- 조성도·김정은 (2007), “기술 제품의 사용 확산에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”, 「마케팅연구」, 22(2): 67-86.
- 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.
- 한국과학기술정보연구원(KISTI) (2004), 「기술 표준(기술표준원)」, 서울 : 한국과학기술정보연구원
- 한국산업기술평가관리원(KEIT) (2013), 「KEIT PD 이슈리포트」, 대구 : 한국산업기술평가관리원
- ETRI (2014), “IoT 기술 등장에 따른 기업 환경변화와 경쟁우위에 대한 고찰”, 「정보통신방송정책」, 26(16).
- STEPI (2016), “혁신제품 확산효과의 예측모형 연구”, 「정책연구」, 16(11).
- Anderson, P. and Tushman, T. M. (1990), “Technological Discontinuities and Dominant Designs: A Cyclical Model of Technological Change”, *Administrative Science Quarterly*, 35: 604-633.
- Bazykin, A. (1998), “Nonlinear Dynamics of Interacting Populations”, in Khibnik, A. and Krauskopf, B. (eds.), *World Scientific Series on Nonlinear Science*, A11, Singapore: World Scientific.
- Bessant, J., Lamming, R., Noke, H. and Phillips, W. (2005), “Managing Innovation Beyond the Steady State”, *Technovation*, 25(12): 1366-1376.
- Christensen, C. M. and Rosenbloom, R. S. (1995), “Explaining the Attacker's Advantage: Technological Paradigms, Organizational Dynamics, and the Value Network”, *Research Policy*, 24(2), 233-257.
- Klenner, P., Hüsig, 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 der warum wir immer noch nicht elektrisch fahren?!” , *uwf UmweltWirtschaftsForum*, 20(2-4): 175-187.
- Lotka, A. J. (1926), “Elements of Physical Biology”, *Science Progress in the Twentieth Century (1919-1933)*, 21(82): 341-343.
- Lotka, A. J. (1956), *Elements of Mathematical Biology*, New York: Dover Publications.
- Mahajan, V. and Wind, Y. (1985), *Innovation Diffusion Models of New Product Acceptance*, Ballinger Publishing Co., Cambridge, M, USA.
- Modis, Y. and Wierenga, R. K. (1999), “A Biosynthetic Thiolase in Complex with a

- Reaction Intermediate: the Crystal Structure Provides New Insights into the Catalytic Mechanism”, *Structure*, 7(10), 1279-1290.
- Narin, F. and Olivastro, D. (1992), “Status Report: Linkage between Technology and Science”, *Research policy*, 21(3): 237-249.
- Robertson, T. S. and Hubert G. (1986), “Competitive Effects on Technology Diffusion”, *The Journal of Marketing*, 50(3): 1-12.
- Robertson, T. S., Jehoshua E. and Talia R. (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, F. 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.

김혜인

동국대학교에서 산업시스템공학과를 졸업하고 동 대학 산업시스템공학과 대학원 석사과정에 재학 중이다. 관심분야는 특허분석, 기술예측, 기술 가치평가 등이다.

정유진

동국대학교에서 산업시스템공학과를 졸업하고 동 대학 산업시스템공학과 대학원 박사과정을 수료하였다. 관심분야는 기술예측, 기술로드맵, 기술사업화 등이다.

윤병은

서울대학교에서 산업공학 박사학위를 취득하고 현재 동국대학교 산업시스템공학과 정교수로 재직 중이다. 관심분야는 특허분석, 지식경영, 기술지능 등이다.

부 록

〈표 14〉 기술 특허 검색식

기술명	검색식
PDP	TI = ("PDP" or (plasma-display) or (plasma w/2 display) or "plasma display panel")
LCD	TI = ("LCD" or ("liquid crystal" w/2 display) or ("liquid crystal display")) OR
QLED(=QTD, 양자점)	TI="QLED" or "Q-LED" or "QTD" or "QT-D" or "Quantum Dot" or (Quantum* w/2 dot*) or "Quantum dot light emitting diode" or (quantum* w/2 LED) or (Colloidal w/2 QD) or (Colloidal w/2 quantum) or (Quantum w/3 LED)
OLED	TI = "OLED" or "Organic EL" or (organic w/2 (light or emit*)) or order/1 (organic, light, emit*, diode*)
마이크로 LED	TI = (((micro*) and (LED* or ("Light Emitting Diode")))) or "micro led" or ((light souce" or light*) and ("AlGaInP" or "GaAs" or "GaN" or "Si" or Sapphire*) and micro* and led) OR "LCoS Microdisplay" or ("Microdisplay" and "LED"))
플렉서블 디스플레이	TI = ((Flexible or Curved or Durable or Unbreakable* or Bendable or Conformal or Rollable or Disposable or folderable or Stretchable) w/2 (display*)) or "folderable display*" or "Stretchable display*" or "Flexible oled*" or "Curved oled*" or "Durable display*" or "Unbreakable display*" or "Bendable display*" or "Conformal display*" or "Rollable display*" or "Disposable display*"
투명 디스플레이	TI = solution* and (oxide* and (semiconductor* or (thin* adj film*))) and (channel* or sol-gel* or memory* or (nano* adj structure*)) or OLED or (Organic* adj Light* adj Emitting* adj Diode*) or (liquid* adj crystal* adj display*) or flexible*)
인체 정보 센싱 디스플레이	TI = (lens or contact*) and (health* or medical* or medicine or fitness or athletic* or exercise or sport* or training or running or walking or jogging or sleep* or slumber*) and (((intraocular W/2 pressure) or (blood W/2 sugar) or (blood W/2 glucose) or diabetesorglycosuriaoralucosuria or dextroseorglucose or temperature* or electrolyte) AND (sensor* or sensing* or detect* or measure* or Monitoring or check* or surveillan* or observ*)) and display*
3차원 디스플레이	TI = ((3D* or 3-D or 3dimension* or 3-dimension* or three-dimension* or tridimension* or stereoscop* or multiview* or multi-view* or supermultiview* or ((three or 3) adj (dimension)))) and (tv or televise* or display* or screen* or monitor*)