

차세대 디스플레이 기술의 예측에 관한 연구

남기웅¹, 박상성¹, 신영근¹, 정원교¹, 장동식^{1*}
¹고려대학교 정보경영공학부

A Study on Technological Forecasting of Next-Generation Display Technology

Ki-Woong Nam¹, Sang-Sung Park¹, Young-Geun Shin¹, Won-Gyo Jung¹ and
Dong-Sik Jang^{1*}

¹Division of Information Management Engineering, Korea University

요약 본 논문에서는 차세대 디스플레이 기술에 대해서 기술의 추세를 예측하였다. 차세대 디스플레이 기술은 최근 급부상 하는 기술로 연구개발을 수행하는데 있어 추후 연구 방향을 설정하고 기술전략을 세우는데 불확실성을 줄여주기 위해 기술의 미래 발전 방향이나 추세에 대해서 예측을 해 보는 것이 중요하다. 이렇게 함으로써 연구개발 목표를 좀 더 명확히 설정할 수 있고 불필요한 투자를 방지할 수 있다. 본 논문에서는 차세대 디스플레이 기술에 대해서 특허 데이터를 사용하여 정량적인 예측을 수행하였다. 예측 방법으로는 Gompertz, Logistic, Bass모형을 사용하였다. 이 세 모형들은 과거 시장에서의 제품의 확산과정을 설명하는데 사용되었던 모형이다. Gompertz, Logistic모형은 시장의 수요예측 뿐만 아니라 기술의 수요예측에도 주로 쓰였기 때문에 본 논문에서도 이 두 모형을 적용하였다. 하지만 Gompertz, Logistic모형은 시장에서의 내부 효과에 의한 확산만을 반영한 모형이고 성장의 상한 값을 추정하는데 있어 추정이 쉽지 않다는 단점이 있다. 기술의 수요도 시장에서의 제품의 확산처럼 기술혁신에 의한 외부 효과와 산업으로 전파될 때의 내부효과가 함께 수요의 확산에 영향을 끼칠 것이라고 판단하여 본 논문에서는 시장에서의 제품 확산의 외부효과와 내부효과를 동시에 고려한 Bass모형도 함께 적용하여 예측을 수행하였다. 또한 Gompertz, Logistic 모형의 상한 값을 Bass모형을 통해 객관적으로 추정하여 예측을 수행함으로써 두 모형의 단점을 보완하였다.

Abstract This paper presents study on technological forecasting of Next-Generation Display technology. Next-Generation Display technology is one of the emerging technologies lately. So databases on patent documents of this technology were analyzed first. And patent analysis was performed for finding out present technology trend. And the forecast for this technology was made by growth curves which were obtained from forecast models using patent documents. In previous study, Gompertz, Logistic, Bass were used for forecasting diffusion of demand in market. Gompertz, Logistic models which were often used for technological forecasting, too. So, two models were applied in this study. But Gompertz, Logistic models only consider internal effect of diffusion. And it is difficult to estimate maximum value of growth in two models. So, Bass model which considers both internal effect and external effect of diffusion was also applied. And maximum value of growth in Gompertz, Logistic models was estimated by Bass model.

Key Words : Technological Forecasting, Diffusion Model, Growth Curve, Patent Analysis

본 논문은 2009년도 두뇌한국 21사업에 의하여 지원되었음.

본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음
(IITA-2008-(C1090-0801-0025))

*교신저자 : 장동식(jang@korea.ac.kr)

접수일 09년 07월 08일

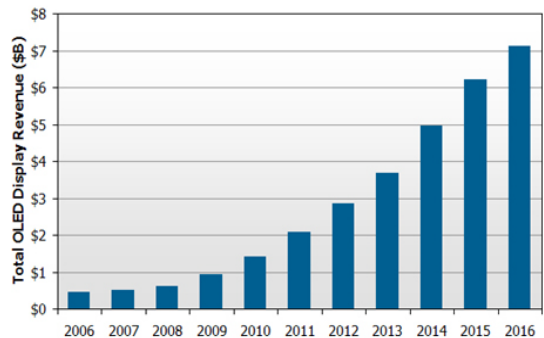
수정일 (1차 09년 08월 14일, 2차 09년 09월 24일)

계재확정일 09년 10월 14일

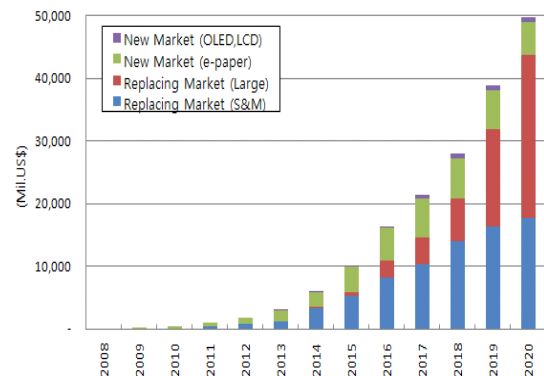
1. 서론

디스플레이는 다양한 정보를 인간이 볼 수 있도록 화면으로 구현해 주는 영상표시장치를 통칭한다. 즉, 디스플레이는 인간과 전자기기를 연결하는 가교적인 역할을 담당하는 요소장치로 정보화 사회에서 산업분야와 민생 분야 등 다양한 분야에서 광범위하게 사용되고 있다. 특히 IT산업에 있어 모든 디지털 정보기기가 디스플레이를 통해 정보를 시각적으로 전달하기 때문에 IT산업의 발전을 위해서는 디스플레이 기술의 발전이 동반되어야 한다. 현재 디스플레이는 PC, 핸드폰, TV등의 일상생활에서의 응용이 주로 이루어지고 있고 자동차, 군사, 의료등의 산업용뿐만 아니라 우주선, 전투기 등의 극한 환경에서의 응용까지 적용범위가 확대될 예정이다. 이러한 IT산업의 발전에 따라 국가 간 디스플레이 기술 경쟁이 가속화 되고 있고 기업을 지원하는 정부 지원 정책 간에도 경쟁이 치열해지고 있다. 특히 한국은 2004년부터 2008년까지 LCD, PDP 중심의 평판디스플레이의 급속한 확대 및 판가상승에 힘입어 세계 1위의 점유율을 유지하였으나, 디스플레이 세계시장 순위 확보를 위한 동북아 국가 간 경쟁이 치열해지면서 세계 제 1위 디스플레이 생산국의 변화가능성이 상존하고 있고 이에 따라 한국의 시장 점유율이 점점 정체하고 있다.[1] 또한 현재 디스플레이 주요 시장인 LCD 시장의 경우 시장의 다변화와 고객 요구의 다양화로 인해 투자가 위축되고 있고 경쟁이 치열해져 제품의 수명주기와 가격 하락폭이 시간이 지날수록 점차 짧아지고 있다.[2] 이렇게 디스플레이 산업의 경쟁 가속화로 인해 LCD, PDP 중심의 평판 디스플레이 기술 개발 외에 최근에는 차세대 디스플레이 기술 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 차세대 디스플레이 기술 중의 하나로 현재 급부상하고 있는 기술로 OLED(Organic Light Emitting Diode)디스플레이 기술이 있다. OLED 디스플레이는 유기물에 캐리어인 전자와 정공을 주입하여 발광을 유도하는 현상을 이용하여 디스플레이를 만들며 현재 모바일 시장 초기 진입 중에 있다. OLED 디스플레이는 그림 1에서 보는 것과 같이 2008년 약 6억 달러에서 2016년 71억 달러 정도로 시장이 지속적으로 성장할 것으로 전망된다.[3] OLED 디스플레이는 LCD디스플레이에 비해 시야각이 크고 응답속도도 빠르고 저전압으로 구동된다는 등의 장점이 있어 LCD와 PDP의 단점을 극복할 수 있는 차세대 평판 디스플레이로 부각되고 있다.[4,5] 이 외에 현재 급부상하고 있는 차세대 디스플레이 기술로는 Flexible 디스플레이 기술과 3D 디스플레이 기술이 있다. Flexible 디스플레이는 종이처럼 둘둘 말아 휴대할 수 있는 일명 두루마리 디스플레이로 평판 디스

플레이에 비해 휴대하기 편하고, 외부 충격에 강해 언제 어디서나 사용할 수 있는 정보전달 매체로서 급부상하고 있다.[6] Flexible 디스플레이는 그림 2에서 보는 것과 같이 2008년 1천5백만 달러에서 2010년 3억5천만 달러 2020년에는 약 498억 달러로 획기적인 시장 성장을 할 것으로 전망 된다.[7]

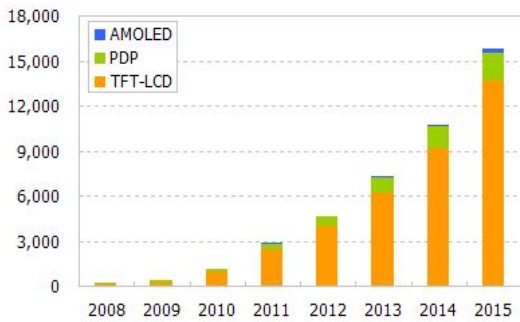


[그림 1] OLED 디스플레이 시장 전망 (단위: 억 달러)



[그림 2] Flexible 디스플레이 시장 전망 (단위: 백만 달러)

3D 디스플레이 기술은 기존의 평면 디스플레이에서 제공되는 2차원 영상과는 달리 실제 사람이 보고 느끼는 3차원 영상과 유사한 영상을 제공함으로써 입체감과 현장감을 극대화하는 영상을 제공하는 기술로 차세대 영상 문화를 주도하게 될 것으로 전망되고 있다.[3] 3D 디스플레이는 그림 3에서 보는 것과 같이 2008년 1억4천달러에서 2015년 158억 달러로 연평균 95% 성장할 것으로 전망된다.[8]



[그림 3] 3D 디스플레이 시장 전망 (단위: 백만 달러)

앞서 시장전망에서 보듯이 3가지 차세대 디스플레이는 향후 급속도로 성장할 것으로 전망되며 이러한 차세대 디스플레이 기술에 대한 경쟁력을 갖추는 것이 향후 국가 디스플레이 산업의 경쟁력을 갖추는데 중요해지고 있다. 특히 장비, 재료기술의 의존도가 높은 한국기업이 경쟁 가속화 상황에서 시장 주도권을 빼앗기지 않으려면 차세대 디스플레이 기술 분야를 먼저 선점해야 한다. 따라서 급부상하는 차세대 디스플레이 기술에 대한 연구를 성공적으로 수행하는 것이 중요해지고 있고 이에 따라 추후 연구 방향을 설정하고 기술전략을 세우는데 불확실성을 줄여주기 위해 기술의 미래 발전 방향이나 추세에 대해서 예측을 해 보는 것이 중요해지고 있다. 이렇게 함으로써 연구개발 목표를 좀 더 명확히 설정할 수 있고 불필요한 투자를 방지할 수 있다. 일반적으로 기술예측에 관한 연구는 전문가의 직관에 의한 방법이 주로 이용되어 과도한 시간이 소요되고 많은 비용이 발생하며 소수 전문가의 과도한 영향으로 인한 왜곡으로 객관성이 결여되는 등의 문제점을 안고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해서 정량적인 예측이 보완적으로 쓰이고 있고 본 논문에서도 차세대 디스플레이 기술에 대해서 특히 데이터를 사용하여 정량적인 예측을 수행하였다. 예측 방법으로는 Gompertz, Logistic, Bass모형을 사용하였다. 이 세 모형들은 과거 시장에서의 제품의 확산과정을 설명하는데 사용되었던 모형이다. Gompertz, Logistic모형은 시장의 수요예측 뿐만 아니라 기술의 수요예측에도 주로 쓰이기 때문에 본 논문에서도 이 두 모형을 적용하였다. Gompertz, Logistic모형은 시장에서의 내부 효과에 의한 확산만을 반영한 모형이고 성장의 상한 값을 추정하는데 있어 추정이 쉽지 않다는 단점이 있다. 하지만 두 모형은 비교적 모형이 간단하고 사용하기가 쉬워 수요의 성장 과정을 예측하는데 널리 쓰여 왔다. 하지만 일반적으로 새로운 기술의 출현은 기술 혁신에 의해 새로운 제

품이나 기술이 개발되고 전 산업부문에 확산되면서 새로운 기술이 출현된다.[9] 따라서 기술의 수요를 예측하는데 있어 기술혁신의 효과와 산업으로 전파 될 때의 확산효과를 동시에 고려하는 것이 정확한 수요를 예측하는데 필요하다. 그러므로 본 논문에서는 기술의 수요도 시장에서의 제품 확산처럼 기술혁신에 의한 외부 효과와 산업으로 전파될 때의 내부효과가 함께 수요의 확산에 영향을 끼칠 것이라고 판단하여 시장에서의 제품 확산의 외부효과와 내부효과를 동시에 고려한 Bass모형도 함께 적용하여 예측을 수행하였다. 또한 Gompertz, Logistic 모형의 상한 값을 Bass모형을 통해 객관적으로 추정하여 예측을 수행함으로써 두 모형의 단점을 보완하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 기술 예측의 개념과 기술 예측에 관련한 기존 연구, 본 논문에서 적용한 기술예측모형에 대해 설명하였다. 3장에서는 본 연구의 연구모형에 대해서 설명하였다. 4장에서는 차세대 디스플레이 기술에 대해서 예측 실험을 해본 결과에 대해 설명하였고 5장에서는 결론 및 향후 연구방향에 대해 고찰해보았다.

2. 관련 연구

2.1 기존 연구

기술예측이란 과학기술 현황에 대한 분석과 평가를 지속적으로 실시함으로써 미래에 개발될 특정한 기술의 발전 속도와 방향 그리고 범위 등에 대하여 현실에 가깝게 추정하거나 전망하는 것이라고 할 수 있다. 이런 기술을 예측하는 데는 델파이기법이나 설문조사 등을 사용하는 정성적인 예측 기법과 성장곡선이나 시뮬레이션기법 등을 사용하는 정량적인 예측 기법이 쓰인다. 본 논문에서는 차세대 디스플레이에 관한 특허데이터를 기술예측 모형인 성장곡선에 적용하여 미래 기술의 동향을 예측하였다. 특허는 새로운 기술적 발명에 대하여 일정한 기간 동안 그 발명의 독점적 실시 권을 갖는 배타적 지배권을 말하며 특허 데이터는 과학기술에 대한 발전 및 성과의 분석정보로서 사용할 수 있다.[10] 기존의 특허 데이터에 관련된 논문은 거시적인 측면에서 특허 데이터를 통해 기술의 혁신에 미치는 요인을 분석하거나 특허가치에 미치는 요인을 분석한 논문들이 있었다. 대표적으로 이병규 [11]는 미국 제약업을 중심으로 특허데이터를 통해 발명자 간의 지식이 전파되는 네트워크를 도출하고 네트워크의 중심성이나, 연결강도, 밀도가 혁신에 미치는 영향을 분석하였다. 전별[12]은 식품산업을 중심으로 특허의 청

구항 수나, 기술의 영역 등이 특허의 가치에 미치는 영향을 분석하였다.

이 외에 특허 내용이나 특허의 연도 별 흐름과 같이 특허 자체를 분석하여 예측을 수행 하거나 의미 있는 정보를 도출하여 향후 기술의 발전 방향을 제시한 논문들도 있었다. 대표적으로 특허 분석 자료를 기술의 예측에 사용한 논문들이 있었는데 Murat 과 Ramzi[13]는 터키의 미래 급부상하는 유망 기술을 예측하기 위해 델파이 조사로부터 20개의 유망 기술을 찾아내었다. 그리고 이 기술에 대한 미국, 유럽, 일본 특허 출원 자료와 SCI(Science Citation Index) 데이터베이스를 통해 논문 자료를 수집한 후 기술예측에 대표적으로 쓰이는 성장곡선인 Gompertz 모형과 Logistic 모형을 통해 미래 특허 출원 수와 논문 수 추세를 분석하였다. Tugrul 과 Guillermo[14]등은 연료전지기술, 식품안전기술, 광학저장기술에 대한 예측을 하기 위해 기술에 대한 논문 자료와 특허 출원 자료를 수집하였고 이 자료를 성장곡선, 시나리오분석, 시스템 다이내믹모델에 적용을 하여 기술예측을 하였다.

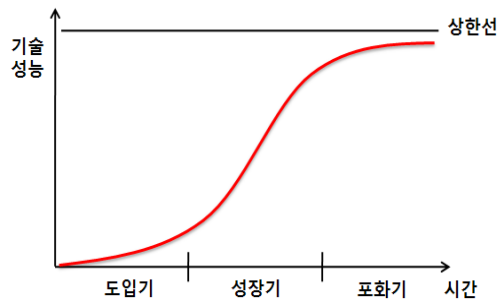
2.2 기술예측모형

기술예측모형은 기술 발전이 시간이 지나면서 규칙적인 방식으로 변화한다는 가정 하에 시간이 지남에 따라 기술 발전의 경향을 추정하는 수리적인 모형이다. 기술예측모형을 사용하여 기술을 예측하기 위해서는 기존 데이터를 통해 모형에 적절한 모수를 추정하고 이를 통해 적절한 경향 선을 구해 미래로 연장하면서 추세를 예측하게 된다.

본 논문에서 사용한 기술예측모형은 성장곡선 형태를 따르는 확산모형으로 주어진 한 집단 내에서 상품이나 정보가 초기 수용자로부터 후기 수용자까지 확산되는 과정을 모형화한 모형이다. 성장곡선 형태의 모형은 초창기에 살아있는 생물의 성장 또는 번식현상을 설명하기 위해 개발되었지만 많은 기술의 변화가 성장곡선을 따르고 있어서 성장곡선 형태를 나타내는 모형이 기술예측분야에서 자주 사용되고 있다. 이러한 성장곡선 형태의 모형은 특정한 기술접근이 상한선에 도달하는 과정을 예측하는데 사용된다.[15]

기술접근이 상한선에 도달하는 과정은 아래 그림 2와 같이 S자 형태를 띠며 도입기, 성장기, 포화기로 나뉜다. 도입기라는 것은 새로운 기술이 도입되는 시기이고 기술발전이 천천히 이루어진다. 왜냐하면 초기에는 소수의 기술자만이 개발에 참여하며 연구비 지원이나 실험장치가 부족할 수 있기 때문에 발전이 더디게 이루어진다. 성장기는 기술발전이 가속화되는 시기로 도입기보다 보다 많

은 기술적 지원, 노력과 자금이 투입되면서 기술발전이 빠르게 이루어진다. 포화기에는 기술발전이 가속을 멈추는 시기로 발전을 위한 기술기회가 소진되었거나 비용, 노력, 효용에 있어서 수확체감의 한계에 도달했기 때문에 발전이 서서히 멈추게 된다.



[그림 4] 기술 성장 곡선

본 논문에서 사용한 Gompertz, Logistic, Bass 모형은 이러한 성장곡선 형태를 따르는 확산모형으로 과거 시장에서의 제품의 확산과정을 설명하는데 주로 쓰였던 모형들이다. Gompertz, Logistic 모형은 시장에서의 수요뿐만 아니라 기술의 수요를 예측하는데도 주로 사용되었으며 후기 수용자의 수요에 의한 내부효과가 수요확산에 영향을 미친다고 가정하고 있다. 본 논문에서도 기술의 수요를 예측하는 것을 목적으로 하고 있으므로 이 두 모형을 사용하였지만 두 모형은 성장의 상한 값을 전문가의 의견이나 기존 비슷한 기술로부터 추정해 내야하는데 주관적이고 추정이 쉽지 않다는 단점이 있다.[16]

Bass모형은 제품의 확산효과를 예측하는데 주로 사용되었으며 제품 수요의 성장을 예측하는데 우수한 예측력을 보인다. 또한 초기 수용자의 수요와 후기 수용자의 수요가 모두 수요확산에 영향을 미친다고 가정하고 있다. 본 논문에서는 기술의 확산도 시장에서의 제품의 확산처럼 기술혁신에 의한 외부 효과와 산업으로 전파될 때의 내부효과가 함께 확산에 영향을 끼칠 것이라고 판단하여 내부효과만을 반영하는 Gompertz, Logistic모형 외에 Bass모형도 함께 적용하여 예측을 수행하였다. 또한 Bass 모형의 상한 값을 Gompertz, Logistic 모형의 상한 값으로 추정함으로써 상한 값 추정에 있어 두 모형의 단점을 보완하였다. 각 모형의 자세한 설명은 다음과 같다.

2.2.1 Bass 모형

Bass 모형은 새로운 제품이 출시되었을 때 초기 구매자로부터 다른 구매자까지 구매 영향력이 확산되는 과정을 모형화한 모형으로 초기 구매자를 혁신자(Innovator)

로, 이전에 제품을 구매한 고객들에 의해 영향을 받는 다른 구매자를 모방자(Imitator)로 분류한다. Bass는 초기 구매자는 매스미디어로 대표되는 시장 외적요인에 의해 제품을 구매하게 되고 다른 구매자 구전효과로 대표되는 시장 내적요인에 의해 상품을 구매하게 된다고 가정하였다. Bass 모형은 비누적 확산모형으로 방정식은 아래 식 (1)과 같이 표현된다.[17]

$$n_t = p(\bar{N} - N_{t-1}) + \frac{q}{N} N_{t-1} (\bar{N} - N_{t-1}) \quad (1)$$

p : 혁신계수

q : 모방계수

n_t : t시점에서의 상품 채택자수

N_t : t시점에서의 누적 채택자수

\bar{N} : 잠재적 채택자수

여기서 $p(\bar{N} - N_{t-1})$ 은 초기구매자들의 구매효과를 나타내며 $\frac{q}{N} N_{t-1} (\bar{N} - N_{t-1})$ 은 이전 구매자들의 수에 의해 영향 받는 구매자들의 구매효과를 나타낸다. 또한 $p(\bar{N} - N_{t-1})$ 은 modified exponential 모형을 나타내고 $\frac{q}{N} N_{t-1} (\bar{N} - N_{t-1})$ 은 logistic 모형을 나타낸다고 알려져있다.[17] modified exponential 모형은 시장에서의 외부효과만을 반영한 모형이고 Logistic 모형은 시장에서의 내부효과만을 반영한 모형이다.[18] 따라서 두 모형을 합한 Bass모형은 외부효과와 내부효과를 동시에 고려한 모델이다. (1)식을 전개하면 다음과 같은 회귀식으로 변환할 수 있다.

$$n_t = a + bN_{t-1} + cN_{t-1}^2 \quad (2)$$

$$a = p\bar{N}, \quad b = q - p, \quad c = -\left(\frac{q}{N}\right) \quad (3)$$

2.2.2 Logistic 모형

Logistic 모형은 생물성장 곡선 형태를 띠는 곡선으로 기술이나 기술 기반 제품이 확산되는 과정이 생물성장 곡선 형태와 유사하기 때문에 Logistic 모형은 기술을 예측하는데 널리 쓰였다.

Logistic 모형은 누적 확산모형으로 변곡점을 기준으로 대칭 곡선이다. 모형의 방정식은 아래 식 (4)와 같이 표현된다.[19]

$$y_t = \frac{L}{(1 + ae^{-bt})} \quad (4)$$

y_t : t시점에서의 기술성능

L : y변수의 성장에 대한 상한

a : 위치모수

b : 기울기모수

(4)식은 또한 자연로그를 취해 다음과 같은 선형 회귀식으로 변환될 수 있다.[13]

$$Y_t = \ln \frac{L - y_t}{y_t} = \ln a - bt \quad (5)$$

$$Y_t = a' + b't \quad (6)$$

$$a' = \ln a \quad b' = -b \quad (7)$$

위의 (4)식은 또한 다음과 같이 변환할 수 있고

$$y_t = \frac{L}{(1 + ae^{-bLt})} \quad (8)$$

(8)식을 미분하면 (9)식이 된다. (9)식의 a값을

$a = \frac{q}{L}$ 로 놓으면 Bass모형의 내부효과 부분이 된다.[17] 따라서 Logistic모형은 시장에서의 내부효과만 반영한 모형이 된다.

$$\frac{dy}{dt} = ay(L - y) \quad (9)$$

2.2.3 Gompertz 모형

Gompertz모형은 사망률을 계산하는데 처음 사용했던 모형으로 이후 기술을 예측하는데 널리 쓰였다.

Gompertz모형도 누적 확산모형으로 변곡점을 기준으로 비대칭 곡선이다. 모형의 방정식은 아래 식 (10)과 같이 표현된다.[19]

$$y_t = Le^{-ae^{-bt}} \quad (10)$$

y_t : t시점에서의 기술성능

L : y변수의 성장에 대한 상한

a, b : 모수

(10)식은 또한 자연로그를 취해 다음과 같은 선형 회귀 식으로 변환할 수 있다.[13]

$$Y_t = \ln \ln \frac{L}{y_t} = \ln a - bt \quad (11)$$

$$Y_t = a' + b't \quad (12)$$

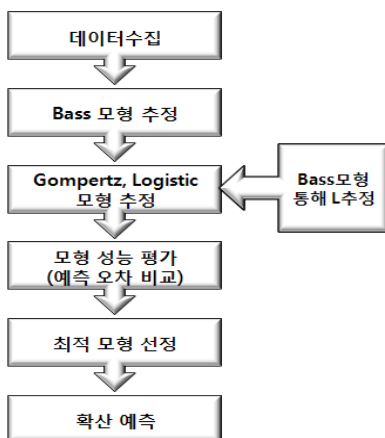
$$a' = \ln a \quad b' = -b \quad (13)$$

Gompertz모형도 Logistic 모형과 마찬가지로 시장에서의 내부효과만 반영한 모형으로 미분을 하면 Logistic모형의 미분 값과 비슷한 형식으로 바꿀 수 있다.[17]

$$\frac{dy}{dt} = by(\ln L - \ln y) \quad (14)$$

3. 연구 모형

본 논문에서 제안하는 연구모형은 다음과 같다. 아래 그림 5에서 보는 것과 같이 최초 데이터 수집 단계에서는 차세대 디스플레이 기술에 대한 특허데이터를 수집한다. 두 번째 Bass 모형 추정 단계에서는 수집된 데이터의 연도별 특허 출원, 공개 및 등록 수를 통해 Bass모형을 추정한다. 세 번째 Gompertz, Logistic 모형 추정 단계에서는 Bass모형을 추정하는 방법과 동일한 방법으로 추정하고 두 모형의 상한 값 L은 Bass모형의 \bar{N} 값으로 추정하였다.



[그림 5] 본 연구의 연구 모형

일반적으로 Gompertz 모형과 Logistic 모형에서 L값을 구하기 위해 전문가의 의견을 따르거나, 유사 제품이나

관련 제품의 과거 자료를 조사하여 결정한다.[20] 하지만 차세대 디스플레이 기술의 경우 최근에 부상하는 신기술이기 때문에 유사 제품이나 관련 제품의 과거 자료를 구하지 못하였다. 따라서 본 논문에서는 Bass 모형에서 기술의 잠재적인 총 수요를 의미하는 \bar{N} 값을 기술의 최대 수요치, 즉 성장 상한치라고 볼 수 있다고 판단하여 \bar{N} 값을 Gompertz 모형과 Logistic 모형의 성장 상한치 L값으로 사용하였다.

일반적으로 성장 상한치가 알려져 있지 않은 경우 Bass모형과 Harvey모형이 좋은 결과를 나타내며[21], 초기 데이터가 충분하지 않을 때 Bass모형이 적절한 모형으로 우선 고려할 수 있다는[22] 선행연구가 있으며 이를 고려할 때 Bass 모형에서 추정된 \bar{N} 값이 Gompertz, Logistic 모형에서 성장 상한치 값으로 충분히 고려될 수 있다.

4. 실험 및 결과 분석

4.1 데이터 수집

본 논문에서는 차세대 디스플레이 기술에 대한 기술 예측을 수행하기 위해 데이터를 수집하였고 사용할 데이터로는 연도별 특허 출원, 공개 및 등록 데이터를 수집하였다. 특허 데이터는 기술의 혁신과 변화를 파악하는데 있어 유용한 데이터이다.[14] 따라서 기업이나 연구소에서는 주로 특허 수로 기술 개발 정도를 파악하거나 실적을 평가 시 사용한다. 본 논문에서도 연도별 특허 수로 기술 발전의 정도를 파악하고 그 수를 예측함으로 써 미래의 기술 발전 추세를 예측하였다. 본 논문에서 예측하려는 차세대 디스플레이 기술은 서론에서 기술한 3가지 차세대 디스플레이 기술에 관한 기술로 5.5세대 OLED 기술과 OLED면조명 기술, Flexible Display중 E-Paper기술 3D 디스플레이 구현을 위한 3D 다초시점 기술이고 각각의 기술별로 아직 급부상하는 기술이라 데이터양이 충분하지 않아 기술별로 예측을 수행하기는 어려웠다. 따라서 3가지 차세대 디스플레이 기술을 하나로 통합하여 차세대 디스플레이 기술에 관한 전반적인 추세를 예측하였다.

그런데 불충분한 데이터를 사용하여 예측을 하기 위해서는 모형의 예측 적용의 타당성을 검토하는 것이 선행되어야 한다고 판단되어 먼저 현행 디스플레이 기술인 LCD 디스플레이 기술에 대해서 모형을 적용해 보았다. LCD 디스플레이에 대한 특허데이터로는 선행조사 보고서[23]에서 1982년부터 2008년도 까지 한국, 미국, 일본,

유럽에 출원, 공개 및 등록된 특허 데이터를 사용하였다. 예측에 사용된 특허 데이터로는 선행 보고서의 데이터 중에 데이터 수가 매우 적은 1982년, 1986년 데이터와 출원공개가 완전히 되지 않은 2007년부터 2008년까지의 데이터는 제외하고 1987년부터 2006년까지의 데이터를 사용하였다. 1983년부터 1985년까지의 데이터 또한 보고서에 조사가 되어 있지 않아 제외하였다.

모형 적용의 타당성을 검토한 후 차세대 디스플레이 기술을 예측하기 위한 특허 데이터로 선행조사 보고서 [24]에서 1998년부터 2008년까지 한국, 미국, 일본, 유럽에 출원, 공개 및 등록된 차세대 디스플레이에 대한 특허 데이터를 수집하였다. 그리고 예측 데이터로는 선행 보고서의 데이터 중에 데이터 수가 매우 적은 1998년에서 2000년 사이의 데이터와 출원공개가 완전히 되지 않은 2007년부터 2008년까지의 데이터는 제외하고 2001년부터 2006년까지의 데이터를 사용하였다.

4.2 예측 실험

4.2.1 모형 추정 (LCD 디스플레이)

수집된 연도별 LCD 디스플레이 기술에 대한 특허 수 데이터로부터 Bass 모형을 추정하기 위해 먼저 식(2)의 모수를 추정하였다.

식 (2)를 추정하기 위해 SPSS 선형회귀분석 도구를 사용하였고, 추정된 a,b,c 값으로부터 다시 식 (3)를 통하여 p,q, \bar{N} 값을 구하였다. 그리고 이 p,q, \bar{N} 값으로부터 최종적으로 식 (1)을 구하였다. 추정된 식은 (15)와 같다.

$$n_t = (0.0008)(26421 - N_{t-1}) + \frac{0.0158}{26421} N_{t-1} (26421 - N_{t-1}) \quad (15)$$

$$\bar{N} = 26421$$

$$p = 0.0008$$

$$q = 0.0158$$

다음으로 Logistic 모형을 추정하기 위해 먼저 식(6)의 모수를 추정하였다.

식 (6)을 추정하기 위해 SPSS 선형회귀분석 도구를 사용하였고, 추정된 a',b' 값으로부터 다시 식 (7)을 통하여 a,b값을 구하였다. 그리고 이 a,b값으로부터 최종적으로 식(4)를 구하였다. 특허 수 최대 상한치 L은 Bass 모형의 \bar{N} 값인 26421을 사용하였다. 추정된 식은 (16)과 같다.

$$y_t = \frac{26421}{(1 + e^{5.148 - 0.044t})} \quad (16)$$

마지막으로 Gompertz 모형을 추정하기 위해 먼저 식 (12)의 모수를 추정하였다. 식 (12)을 추정하기 위해 SPSS 선형회귀분석 도구를 사용하였고, 추정된 a',b' 값 으로부터 다시 식 (13)을 통하여 a,b값을 구하였다. 그리고 이 a,b값으로부터 최종적으로 식(10)을 구하였다. 특허 수 최대 상한치 L은 Bass 모형의 \bar{N} 값인 26421을 사용하였다. 추정된 식은 (17)과 같다.

$$y_t = 26421e^{-e^{-1.674 - 0.012t}} \quad (17)$$

4.2.2 모형간 비교 (LCD 디스플레이)

예측 모형 간 성능을 비교하기 위해 다음의 식 (18)과 (19)를 통해 성능평가를 해 보았다. 모형 성능 평가는 세 모형의 예측 오차를 비교하였고 예측 오차를 계산하기 위해서는 일반적으로 많이 쓰는 MAE(Mean Absolute Error)값과 MAPE(Mean Absolute Percentage Error)를 사용하였다. MAE는 실제 값과 예측 값의 차이를 평균한 것으로 다음의 식과 같다.

$$MAE = \frac{\sum_{k=1}^N |y_k - t_k|}{N} \quad (18)$$

이때 y_k, t_k 는 각각 예측 값과 실제 값을 나타내고 N 은 샘플의 총 수를 나타낸다. MAPE는 실제 값과 예측 값 간의 오차의 정도를 백분율로 나타낸 것으로 다음의 식과 같다.

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \left| \frac{y_k - t_k}{t_k} \right| \times 100 \quad (19)$$

이때 y_k, t_k 는 각각 예측 값과 실제 값을 나타내고 N 은 샘플의 총 수를 나타낸다. LCD 디스플레이에 기술에 각 모형을 적용시켜 본 결과 각 모형의 성능은 다음 표 1과 같다.

[표 1] 예측 모델 간 성능 비교

예측데이터	예측모형	MAE	MAPE
특허수	Bass	471.4	4.1
	Gompertz	987.93	18.42
	Logistic	5767	72.06

위의 성능 평가를 해본 결과 알 수 있듯이 본 논문에

서 기술 예측에 새로이 적용한 Bass모형과 본 논문에서 제안한 방법으로 적용한 Gompertz모형이 비교적 성능이 좋게 나왔다. 성능평가 결과 본 연구에서 제안한 예측 방법을 LCD 디스플레이 기술에 적용한 것이 비교적 타당했다고 판단할 수 있었고 본 논문의 목적인 차세대 디스플레이 기술에 본 연구에서 제안한 모형을 적용시키기로 하였다. 차세대 디스플레이 기술에 모형을 적용시켜 추정 한 결과는 다음과 같다.

4.2.3 모형 추정 (차세대 디스플레이)

수집된 연도별 차세대 디스플레이 기술에 대한 특허 수 데이터로부터 Bass 모형을 추정하기 위해 먼저 식(2)의 모수를 추정하였다.

식 (2)를 추정하기 위해 SPSS 선형회귀분석 도구를 사용하였고, 추정된 a,b,c 값으로부터 다시 식 (3)를 통하여 p,q, \bar{N} 값을 구하였다. 그리고 이 p,q, \bar{N} 값으로부터 최종적으로 식 (1)을 구하였다. 추정된 식은 (20)과 같다.

$$n_t = (0.002)(4237 - N_{t-1}) + \frac{0.075}{5117} N_{t-1} (4237 - N_{t-1}) \quad (20)$$

$$\begin{aligned} \bar{N} &= 4237 \\ p &= 0.002 \\ q &= 0.075 \end{aligned}$$

다음으로 Logistic 모형을 추정하기 위해 먼저 식(6)의 모수를 추정하였다.

식 (6)을 추정하기 위해 SPSS 선형회귀분석 도구를 사용하였고, 추정된 a', b' 값으로부터 다시 식 (7)을 통하여 a,b값을 구하였다. 그리고 이 a,b값으로부터 최종적으로 식(4)를 구하였다. 특허 수 최대 상한치 L은 Bass 모형의 \bar{N} 값인 4237을 사용하였다. 추정된 식은 (21)과 같다.

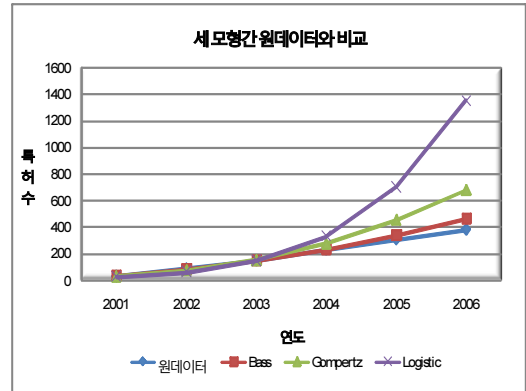
$$y_t = \frac{4237}{(1 + e^{5.896 - 0.214t})} \quad (21)$$

마지막으로 Gompertz 모형을 추정하기 위해 먼저 식 (12)의 모수를 추정하였다. 식 (12)을 추정하기 위해 SPSS 선형회귀분석 도구를 사용하였고, 추정된 a', b' 값으로부터 다시 식 (13)을 통하여 a,b값을 구하였다. 그리고 이 a,b값으로부터 최종적으로 식(10)을 구하였다. 특허 수 최대 상한치 L은 Bass 모형의 \bar{N} 값인 4237을 사용하였다. 추정된 식은 (22)와 같다.

$$y_t = 4237e^{-e^{1.805 - 0.05t}} \quad (22)$$

4.2.4 모형간 비교 및 검증 (차세대 디스플레이)

예측 모형을 추정하여 원 데이터와 비교한 결과는 다음과 같다. 아래의 그림 6에서 보는 바와 같이 원 데이터와 세 모형을 통해 추정한 값과 비교해 볼 때 Bass모형이 가장 근접함을 알 수 있다.



[그림 6] 세 모형 간 원 데이터와 비교결과

세 모형 간 성능을 좀 더 정확히 비교하기 위해 다음의 식 (18)과 (19)를 통해 성능평가를 해 보았다.

예측비교를 통해 최적 모형을 선택하고 최적 모형을 통해 미래기술의 수요 확산을 예측해보았다. 본 연구에서 각 모형의 성능은 다음 표 2와 같다. 아래 성능 평가를 해 본 결과에서도 알 수 있듯이 Bass 모형이 가장 잘 적용이 되었다는 것을 알 수 있다.

[표 2] 예측 모델 간 성능 비교

예측데이터	예측모형	MAE	MAPE
특허수	Bass	16.13	10.23
	Gompertz	66.05	30.48
	Logistic	181.73	68.57

Bass모형이 가장 적합했던 이유는 수요 확산의 내부효과 뿐만 아니라 외부 효과가 작용하여 내부효과만을 반영하는 Gompertz, Logistic 모형 보다는 더 적합했던 것으로 판단된다. 외부효과의 정도를 좀 더 정확히 알기 위해 원 데이터에 비추어 매 시점 외부 효과의 정도를 계산하였다. 외부효과의 정도는 매 시점 전체 누적 채택자수 중에 외부효과에 의해 영향을 받는 누적 채택자수 (Innovator)의 비율로 외부효과의 정도를 계산하였다.

매 시점 외부효과에 의해 영향을 받는 누적 채택자의 수는 다음과 같이 계산하고[25]

$$N_t = \bar{N} \times \frac{p}{q} \ln \left[\frac{p+q}{p+qe^{-(p+q)t}} \right] \quad (23)$$

N_t : t시점에서의 누적 채택자수

\bar{N} : 잠재적 채택자수

p : 혁신계수

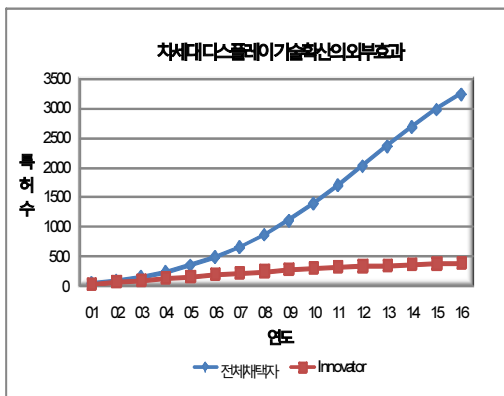
q : 모방계수

초기 연도부터 원 데이터 마지막 연도까지의 외부 효과의 정도를 계산해 본 결과 다음 표 3와 같다.

[표 3] 차세대 디스플레이 기술의 연도별 확산의 외부효과

t	2001	2002	2003	2004	2005	2006
외부 효과 (%)	91.8	78.3	66	56.3	48	41.8

위의 분석 결과에서도 알 수 있듯이 본 연구에서는 외부효과가 작용하고 있음을 알 수 있고 이로 인해 외부효과와 내부효과를 동시에 고려한 Bass 모형이 가장 적합하게 나왔다고 판단된다. 아래 그림을 보더라도 2006년 까지의 원 데이터에 비추어 볼 때 확산에 있어 초기에는 외부효과가 대부분의 영향을 끼쳤고 2006년도에도 외부효과가 반 정도 영향을 끼치고 있음을 판단할 수 있다.



[그림 7] 차세대 디스플레이 기술 확산의 외부효과

본 연구에서는 Logistic모형이 다른 모형에 비해 상대적으로 성능이 좋지 않게 나왔다. 이것은 Gompertz와 Bass모형은 변곡점을 기준으로 비대칭이고 Logistic 모형

은 변곡점을 기준으로 대칭인 특성을 볼 때 원 데이터가 변곡점을 기준으로 비대칭곡선에 더 적합했기 때문에 Logistic모형이 상대적으로 적합하지 않게 나왔다고 판단 된다. 다음과 같이 원 데이터를 기준으로 Gompertz모형과 Logistic모형을 결정하는 식을 실험해보아도 변곡점을 기준으로 비대칭인 Gompertz모형이 대칭인 Logistic모형에 비해 원 데이터에 더 적합한 것을 알 수 있다.

모형 결정 회귀 식은 Franses[26]가 제안한 모형으로 다음의 식으로부터 유도된다. Gompertz 모형의 경우 종속변수에 log를 취하면 다음과 같은 식이 유도된다.

$$\log(\Delta \log y_t) = d_1 - bt \quad (24)$$

d_1 : 상수

b: Gompertz 식에서 상수 b

또한 Logistic식도 마찬가지로 방법을 사용하면 다음의 식이 근사적으로 유도된다.

$$\log(\Delta \log y_t) \approx d_2 - bt + (\log y_t - \log L) \quad (25)$$

d_2 : 상수

b: Logistic 식에서 상수 b

L: Logistic 식에서의 상한 값

(24)식은 선형식이 되고 (25)식은 (24)식의 선형 식 부분에 $(\log y_t - \log L)$ 부분이 추가 되서 비선형 식이 된다. 따라서 두 식 중에 어느 것이 원 데이터에 적합한 지 알아보기 위해서는 $\log(\Delta \log y_t)$ 의 추세가 선형 식을 따르는지 비선형 식을 따르는지 비교하면 된다. 이것으로부터 Franses는 다음의 회귀 식을 제안하였고 이 식에서 γ 값이 유의하게 나오면 Logistic 모형을 선택하고 γ 값이 유의하지 않으면 Gompertz모형을 선택한다.

$$\log(\Delta \log y_t) = \alpha + \beta t + \gamma t^2 \quad (26)$$

아래 표 4는 위의 회귀 식의 상수를 구한 결과이다. 아래의 결과에서 알 수 있듯이 특허 수 데이터를 기반으로 회귀 식에 적용해 본 결과 유의수준 5%에서 γ 값이 유의하지 않게 나왔고 이것으로부터 원 데이터가 Gompertz에 더 적합함을 알 수 있다.

[표 3] Gompertz-Logistic 모형의 적합성 검증 결과

α	β	γ	모형 선택
0.227 (0.317)	-0.237 (0.035)	-0.004 (0.773)	Gompertz

()는 유의확률을 의미

이것으로 원 데이터가 변곡점을 기준으로 비대칭인 모형에 더 적합함을 알 수 있고 이것에 의해 Logistic모형이 상대적으로 적합하지 않게 나온 것을 알 수 있다.

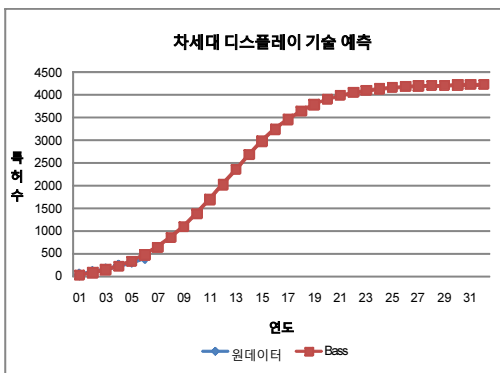
4.2.5 차세대 디스플레이 기술 예측

위의 결과를 토대로 성능이 가장 좋았던 Bass모형을 통해 차세대 디스플레이 기술에 대해 예측을 한 결과는 다음 그림 8과 같다. 다음 그림에서 2032년까지 예측결과 특허 수가 꾸준히 성장하다 2032년쯤에 성장이 멈추는 것을 알 수 있다. 다음 그림에서와 같이 차세대 디스플레이에 관한 특허 수가 2007년 약 649에서 2022년 4053.68로 동안은 꾸준히 성장할 것으로 보이고 이 기간 동안 기술 개발이 활발할 것으로 예상된다. 또한 이 기간 이후로는 기술이 포화기에 진입하게 되어 기술 성장의 정도가 상당히 줄어들고 있음을 알 수 있고 2032년 특허 수가 4230으로 성장 상한치 \bar{N} 값인 4237과 비슷하여 2032년쯤 기술성장이 완성 상태에 이를 것으로 보인다. 그림 8에서 현재 2009년이 기술 성장 단계에서 어느 시점에 위치해 있는지 알아보기 위해 성장속도가 늘어나다 줄어드는 변곡점을 구해 보았다. Bass모형의 변곡점은 구하는 식은 다음 식 (27)과 같다.[22]

$$t^* = \frac{1}{(p+q)} \ln(q/p) \quad (27)$$

t^* : t시점
 p : 혁신계수
 q : 모방계수

위 식을 통해 변곡점을 구해본 결과 2013년 정도가 변곡점임을 알 수 있었고 현재 2009년은 성장 단계가 도입기에서 성장기로 넘어가는 시점임을 알 수 있다.



[그림 8] 차세대 디스플레이 기술 예측

5. 결론

본 논문에서는 현재 급부상하고 있는 차세대 디스플레이 기술에 대한 기술 예측을 수행하기 위해 성장곡선 형태를 따르는 확산 모형인 Gompertz, Logistic, Bass모형을 사용하였다. 본 논문에서는 기존의 기술 예측에 주로 사용되었던 Gompertz와 Logistic 모형 외에 Bass모형을 사용함으로써 Gompertz, Logistic모형의 상한 값을 좀 더 객관적으로 추정할 수 있었고 기술 수요의 확산에 있어 외부 효과가 작용할 경우 내부 효과만을 반영하는 두 모형에 비해 Bass모형이 잘 적용이 된다는 것을 알 수 있었다. 기존에 기술예측에 Bass모형이 적용된 사례가 없었던 것을 보았을 때 기술을 예측하는데 있어 외부효과가 작용하는 경우 Bass모형을 적용할 수 있다는 것을 본 논문에서 보여 의미가 있다고 판단한다. 또한 본 논문에서 Gompertz, Logistic모형의 상한 값을 객관적으로 추정하여 예측하는 방법을 다른 기술의 수요를 예측하는데 충분히 활용할 수 있다고 판단한다. 향후 차세대 기술에 대한 기술 예측을 수행한 결과로는 특허 수가 2007년에서 2022년까지 꾸준히 성장할 것으로 보이고 이 기간 동안 기술 개발이 활발할 것으로 예상된다. 또한 이 기간 이후로는 기술이 포화기에 진입하게 되어 기술 성장의 정도가 상당히 줄어들 것으로 보이고 2032년 특허 수가 4230으로 성장 상한치 \bar{N} 값인 4237과 비슷하여 2032년쯤 기술성장이 완성 상태에 이를 것으로 보인다. 본 논문은 특허 데이터에 수리적인 모형을 적용하여 기술의 수요를 예측하였다. 하지만 특허 데이터만으로 기술의 추세를 예측하기에는 한계가 있고 수리적인 모형 또한 기술의 발전에 영향을 미치는 요소를 완벽하게 반영하지 못해 한계가 있다. 따라서 향후 예는 보다 다양한 예측모형과 데이터를 통해 실험을 하여 예측의 타당성과 신뢰성을 좀 더 높여 보겠다. 또한 본 논문에서는 예측모형과 같은 정량적인 예측기법을 사용하여 예측을 하였지만 객관적인 데이터만으로 기술의 추세를 예측하기에는 한계가 있으므로 향후에는 정성적인 예측기법도 사용해서 예측의 정확도를 높일 수 있도록 하겠다.

참고문헌

- [1] 지식경제부, “디스플레이산업 비전 및 발전전략”, pp.13-16, 2008, 5월.
- [2] 오상영, 박종윤, “LCD 산업에서 품질코스트 시스템의 혁신적 활용 연구”, 한국산학기술학회논문지 제 9 권, 제 1호, pp.195-201, 2008, 2월.

[3] Displaysearch, "Quarterly OLED Shipment and Forecast Report", 2009.

[4] 장대석, 배상진, "차세대 디스플레이 중에서 OLED 및 3D 디스플레이 기술 「KISTI 2005 기술정보 조사보고서」", pp.1-5, 2005, 12월.

[5] 이정호, 김민년, 채규수, "OLED 디스플레이 픽셀 구동방식", 한국산학기술학회 추계학술대회논문집, pp.154-156, 2004, 12월.

[6] 홍성화, 노현숙, 구영덕, "플렉서블 디스플레이-시장 진입을 위한 응용 분야별 기술적 이슈 「KISTI 2005 년 미래유망 사업화 아이템 분석」, pp.1-4, 2005, 11월

[7] Displaybank, "플렉서블 디스플레이 기술동향 및 시장 전망", 2007.

[8] Displaybank, "3D 디스플레이 기술 및 업체 동향과 시장 전망", 2008.

[9] 이공래, "기술혁신이론 개관", 과학기술정책연구원, pp.14-16, 2000.

[10] 특허청, 한국발명진흥회, "특허와 정보분석", pp.386-388, 2007.

[11] 이병규, "미국 제약업의 특허 네트워크 분석을 통한 기업수준에서의 혁신성과의 결정요인 탐색", 제3회 대학(원)생 IP 우수논문공모 수상 논문집, pp.21-38, 2008, 12월.

[12] 전별, "우리나라 산업의 특허가치에 관한 실증적 연구 -식품산업을 중심으로-", 제3회 대학(원)생 IP 우수논문공모 수상 논문집, pp.79-92, 2008, 12월

[13] Murat, Ramzi, "Forecasting emerging technologies with the aid of science and technology databases", Technological Forecasting and Social Change, Vol.73, No.7, pp.835-844, 9, 2005.

[14] Tugrul, et al, "Forecasting emerging technologies: Use of bibliometrics and patent analysis", Technological Forecasting and Social Change, Vol.73, No.8, pp.981-1012, 4, 2006.

[15] 홍순기, 신흥식, 박수동, "기술예측", 한국산업기술재단, 산업자원부, pp.113-116, 2007.

[16] 박용태, "차세대 기술혁신을 위한 기술지식 경영", 생능출판사, pp.95-102, 2007, 2월.

[17] Vijay Mahajan, Eitan Muller, "Innovation Diffusion and New Product Growth Models in Marketing", Journal of Marketing, Vol.43, No.4, pp.55-68, 1979.

[18] Lekvall, Wahlbin, "A Study of Some Assumptions Underlying Innovation Diffusion Function", The Swedish Journal of Economics, Vol.75, No.4, pp.362-377, 1973.

[19] Charles V. Trappey, Hsin-Ying Wu, "An evaluation of the time-varying extended logistic, simple logistic, and Gompertz models for forecasting short product

life cycles", Advanced Engineering Informatics, Vol.22, No.4, pp.421-430, 5, 2008.

[20] 김연형, 시계열 예측, 형설출판사, pp.327-353, 2001.

[21] 최종후, 최봉호, 양우성, 김유진, "성장곡선모형에 의한 인구예측시스템", 한국인구학 제 23권, 제 1호, pp.197-215, 2000.

[22] F.M.Bass, "A New product growth model consumer durables", Management Science, Vol.50, No.12, pp.1825-1832, 12, 2004.

[23] 특허청, 한국특허정보원, "LCD 분야 특허동향 「2008년도 연구기획시 특허동향조사」", 2008, 12월

[24] 특허청, 한국특허정보원, "차세대 디스플레이 특허동향 「2008년도 연구기획시 특허동향조사」", 2008, 12월.

[25] Vijay Mahajan, Eitan Muller, et, al, "Determination of Adopter Categories by Using Innovation Diffusion Models", Vol.27, No.1, pp.37-50, Journal of Marketing Research, 1990.

[26] P.H.Franses, "A Method to select between Gompertz and Logistic trend curves", Technological Forecasting And Social Change, Vol.46, pp.45-49, 1994.

남 기 웅(Ki-Woong Nam)

[준회원]



- 2008년 2월 : 홍익대학교 정보·산업공학과 (공학사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 고려대학교 정보경영공학전문대학원 정보경영공학과 석사과정

<관심분야>

기술수요예측, 특허정보분석, 데이터마이닝

박 상 성(Sang-Sung Park)

[정회원]



- 2006년 2월 : 고려대학교 산업시스템정보공학과 (공학박사)
- 2006년 5월 ~ 현재 : BK21 사업단 연구교수

<관심분야>

컴퓨터 비전, 패턴인식, 전문가시스템응용, 지식관리

신 영 근(Young-Geun Shin)

[정회원]



- 2005년 2월 : 고려대학교 산업시스템정보공학과 (공학사)
- 2005년 9월 ~ 현재 : 고려대학교 정보경영공학부 석·박사 통합과정

<관심분야>

패턴인식, 스케줄링, 인공지능

정 원 교(Won-Gyo Jung)

[정회원]



- 2007년 2월 : 경희대학교 산업공학과 (공학사)
- 2009년 2월 : 고려대학교 정보경영공학전문대학원 정보경영공학과 (공학석사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 고려대학교 정보경영공학전문대학원 정보경영공학과 박사과정

<관심분야>

객체지향응용, 프레임워크, 정보시스템, e-business

장 동 식(Dong-Sik Jang)

[정회원]



- 1979년 2월 : 고려대학교 산업공학과 (공학사)
- 1985년 6월 : 텍사스 주립대학 산업공학과 (공학석사)
- 1988년 12월 : 텍사스 A&M 산업공학과 (공학박사)
- 1989년 3월 ~ 현재 : 고려대학교 정보경영공학부 교수

<관심분야>

Computer Vision, 최적화이론, 컴퓨터 알고리즘