

기술예측결과로 도출된 아이템의 재평가 방법 Evaluating the Items Derived from Technology Foresight

박영욱, 홍성화, 이준영, 김강희, 여운동
한국과학기술정보연구원

Young-wook Park(ywprk@kisti.re.kr), Sung-wha Hong(shong@kisti.re.kr),
Jun-Young Lee(road2you@kisti.re.kr), Kang-hoe Kim(kimkh@kisti.re.kr),
Woon-dong Yeo(wdyeo@kisti.re.kr)

요약

미래유망기술은 그 중요성으로 인해 국내외 유수의 기관에서 발표를 하고 있지만 이에 대한 후행평가는 거의 없는 실정이다. 잘못된 정보는 큰 시행착오를 초래하게 되므로, R&D 기획 단계에서 과거에 발표되었던 유망기술을 한 번 더 확인하는 작업은 필요하다. 따라서, 본 논문에서 제안한 평가 프레임워크가 과거 발표된 미래유망기술에 대해 신속하고, 시간과 비용 측면에서 효율적인 평가방법을 제공할 것으로 기대한다. 이를 위해 본 논문에서는 제품화가능성과 구매가능성의 개념을 도입하였다. 각각 특허와 뉴스 정보를 근거로 측정되는 것으로, 제품화가능성은 유망기술이 관련 응용 제품으로 구현될 가능성을 계량화한 것이고, 구매가능성은 소비자들이 응용 제품을 구매할 가능성을 수치화한 것이다. 제안된 평가프레임워크를 설명하기 위하여 LED와 LCD를 비교했하였고, 그 결과 평가시점(2011년)에서의 유망성은 LCD가 LED에 비해 높은 것으로 나타났다. 이는 시장보고서의 결과와 일치한다.

■ 중심어 : | 미래유망기술 | 유망성 | 제품화가능성 | 구매가능성 |

Abstract

Many organizations release future emerging technologies information because it is very important to companies. However, unfortunately there are few organizations who assess the emerging technologies they thought a few years ago. We made a framework for assessing the brightness of future emerging technologies rapidly and cost-effectively.

We came up with 2 new concepts for it. One is product potential and the other is consumption potential. Product potential is relative probability that emerging technology is implemented to real products. It is resulted from analyzing patents related with emerging technology. Consumption potential is relative probability that consumers buy the products. The number of appearances of emerging technology in the mass media is related to consumption potential. We compared the brightness between LED and LCD technologies with proposed evaluating framework, and came to know that LCD has more brightness over LED.

■ keyword : | Future Emerging Technology | Product Potential | Consumption Potential |

* 본 논문은 2011년 기술혁신학회 추계학술대회 발표 내용을 수정 및 보완한 것임을 밝힙니다.

접수번호 : #121011-006

심사완료일 : 2012년 11월 14일

접수일자 : 2012년 10월 11일

교신저자 : 여운동, e-mail : wdyeo@kisti.re.kr

I. 서론

최근 국내의 정부부처, 공공·연구기관, 민간전문기관 및 개별기업을 중심으로 미래유망기술(또는 과학기술예측)의 선정·발표 활동이 확산되고 이와 관련된 연구 결과도 다수 발표되고 있다[1][2]. 아울러 일회성 이벤트로 끝난 과거와 달리, 이를 기반으로 후속 전략 수립 활동도 활발히 진행되어 기술 로드맵(Roadmap) 수립, 예산배분, 포트폴리오(Portfolio) 설정 등에 반영하려는 노력이 증가하고 있다¹⁾.

미래유망기술 선정활동이 국가나 기업의 연구개발 전략 수립 활동과 미래산업의 근간이 되는 전략적 아이템 도출에 미치는 영향이 증대되는 상황에서 미래유망기술 선정 결과에 대한 사후 평가는 더욱 중요해지고 있다. 오류로 판명된 미래 유망기술은 기업에 엄청난 경제적 손실을 줄 수 있는데[11], 만약 정부 차원에서 발굴한 미래유망기술이 더 이상 유망하지 않게 된다면 재정적 손실뿐만 아니라 국가적으로 상당한 기회비용을 치러야 할 것이다. 따라서 과거에 발표되었던 미래 유망기술을 현재 시점에서 다시 한 번 재조명할 필요가 있다.

그러나 이러한 중요성에도 불구하고, 미래유망기술 선정 이후에 그 결과를 평가하는 연구 및 사례는 적다. 그마저도 지금까지의 아이템에 대한 후행평가(Evaluation)는 기술예측결과의 “실현여부” 즉 “예측의 정확성”에만 초점을 두고 있어, 다소 정적(靜的)인 평가 체계라 할 수 있다. 따라서 실현여부 뿐만 아니라 유망기술 아이টে이 선정 시점 이후에 기술·사회적 환경 변화에 영향을 받는 유망성의 지속/확대/축소 여부, 즉 선정된 미래유망아이템들의 현재시점의 유효성을 점검할 수 있는 동적(動的)인 미래유망기술 후행평가모델 개발이 필요하다. 특히 기술의 우선순위는 국가나 기업, R&D 기관에서 정책 수립이나 투자를 위한 의사결정 상에서 중요한 정보를 제공하므로, 예측활동과 정책집

행의 불일치가 발생할 경우를 대비한 재확인 과정이 필요하다.

그런데 대부분의 나라에서는 과거에 발표한 유망기술을 일시적으로 재평가한 경우가 있지만 그 사례도 적을 뿐만 아니라, 이에 대한 체계적인 연구도 적다.

이에 본 논문에서는 비교적 적은 비용으로, 빠르고, 객관적이며, 정량적으로 의사결정을 지원할 수 있는 효율적인 방법, 즉 평가 프레임워크를 제안한다. 제안된 평가 방법은 특허 등록수와 인용수, 출원인 분류(기업) 정보를 이용한 “제품화 가능성” 평가와 뉴스 노출빈도를 사용한 “구매 가능성” 평가라는 다면평가를 이용한다. 다면평가는 평가의 합리성을 부여하기 위해 유망기술평가에 자주 사용되는 방식이다[19]. 본 논문이 지향하는 평가 프레임워크는 유망한 기술을 찾아내는 데에 있는 것이 아니라 과거에 발표된 다수의 미래유망기술에 대해 정량적, 객관적인 평가를 바탕으로 유망성에 대한 순위를 재정의하는 데 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 미래유망기술 평가와 관련된 대표 연구 사례를 소개하였다. III장에서는 미래유망기술의 정태적 순위 평가 프레임워크를 제시하였으며, 이를 기반으로 IV장에서 실제 사례에 적용하였다. 사례로 적용한 기술 내용은 MIT에서 발표한 50개 미래유망기술이다. V장에서는 토론 및 결론을 정리하였다.

II. 과학기술예측 평가 관련연구

과학기술예측결과에 대한 후행평가 관련 선행연구는 미래유망기술 보다는 주로 미래예측 활동과 관련된 연구 활동 중심으로 일부 수행되었다. Destatte (2007)은 미래예측(Foresight) 평가의 핵심인 장기관점에서의 미래예측의 영향력(impact) 평가를 위한 모형(Framework)을 제시하였다[20]. 평가모형은 Process와 Output&Outcome 2개의 영역으로 구분하였다. 세부적으로는 투입물(input), 목적(objectives), 효과(effect), 산출물(output)로 구분하였고, 효과는 다시 결과(result)와 영향(impact)으로 세분하였다. 또한 Shan-Shan Li (2009)

1) 정부는 국가적으로 발굴한 미래유망기술 정보를 국가전략 수립의 기초자료로서 수백억 이상의 투자가 소요되는 정부 주요사업의 예비 타당성 검증과 R&D 사업의 신규 기획 등에 널리 활용하고[3], 삼성그룹은 2020년까지 5대 사업분야에 23조원을 투자할 계획임(한겨레, 2010.5.)

는 유럽각국의 미래예측의 평가 활동을 참조하여 평가 대상 핵심요소로 다음의 8가지를 제시하였다[23]. 전체 정책목표(overall policy goals), 투입물(inputs), 전략적 목적(strategic objectives), 예측활동(foresight activities)을, 결과평가요소로 산출물(outputs), 효과(effects), 성과(outcomes), 영향력(impact)을 제시하였다.

과학기술예측에 대한 평가활동을 국가별로 살펴보면 다음과 같다[16]. 미래예측 관련 국가사업이 활발한 유럽(영국의 Foresight, 독일의 Futur, 헝가리 TEP 등)의 경우에는 미래예측사업의 프로세스에 대한 진단과 사업 결과물의 영향력에 대한 점검이 일부 수행되었지만 이마저 한시적으로 진행되었다. 즉 미래예측활동에 대한 사업평가로서의 개념이 지배적이며, 미래예측결과 또는 유망기술아이템에 대한 후행평가는 시도된 바 없다. 최근 들어 일본과학기술정책연구소(NISTEP), 한국과학기술정책평가원(KISTEP)이 과학기술예측조사 결과에 대한 평가를 시작으로 아이템 중심의 후행평가체계 개발에 대한 관심이 높아지고 있다.

표 1. 국내외 과학기술예측 평가 사례[16]

국가	사례및특성
오스트리아	과학청(Science Ministry)이 효과(impact)를 내부적으로 평가
네덜란드(OCV)	과학기술자문위원회(Advisory Council for Science & Technology: AWT)의 평가, 내부평가
스웨덴	평가위원회(EvaluationCommittee)의 과정평가(프로세스만 평가하고 효과는 평가하지 않음)
일본	미래연구결과(1970년에 시작된 15~20년 이후에 대한 STA(예측결과)의 실현여부평가, 기타미래예측 주체인 NISTEP에서 다양한평가수행
독일	Delphi98에 대한평가설문수행, 2002년, 2004년 FUTUR(주과과정평가)
영국	국회 등에서 다면적으로 평가 수행하고 있으나 지속적으로 신뢰할 만한 접근법을 가지고 실행하지는 않음
한국	한국과학기술기획평가원이 과학기술예측조사의 일부로 제1회(1995년), 제2회(1999년) 예측결과 중 2010년 이전에 실현될 것으로 예측된 미래기술에 대한 "실현여부"를 평가하고 있음

국가적으로 수행된 과학기술예측조사의 결과에 대해 아이템의 유망성을 평가한 연구 사례로는 Bengisu and Nekhili (2006)가 있다. 이들은 터키의 과학기술 예측

프로그램으로 Vision 2030에서 델파이 방식에 의해 도출된 유망기술 중 기계 및 재료분야에 해당하는 20개 기술에 대해서 특허와 논문의 계량적 분석으로 재평가를 수행하고, 델파이 분석과 계량적 방법의 정합성이 높다는 것을 입증하였다. 이 연구에서는 Gompertz와 logistic 곡선을 이용한 성장모델(Growth model) 분석이 사용되었다[17].

III. 제안된 유망성²⁾ 평가 프레임워크

본 논문에서 제안하는 미래유망기술 평가 프레임워크는 [그림 1]와 같은 순서로 이루어진다. 과학계량학적 방법을 사용하였으며, 기술을 평가할 때 생산자(기업)와 소비자(정보이용자) 입장에서 바라보았다. 기술이 유망하다면 사회·경제적으로 의미가 있고, 이는 생산자뿐만 아니라 소비자에게도 새로운 가치를 부여하기 때문이다.

만약 기술이 유망하다면 관련 기업에서 연구를 진행하고, 그 결과를 특허로 등록할 것이므로 기본적으로 특허수를 근거로 평가의 진행 여부를 결정하였다. 본 논문에서는 평가 대상 기술이 대부분 신기술인 점을 감안하여 평가 단계로 진행하기 위한 최소의 특허수를 100³⁾으로 설정하였다.

Bengisu(2003)는 재료분야와 제조업, 산업공학 분야에서 유망기술을 선정하기 위하여 특허 데이터를 활용하였다[18]. 한편 과학계량학적 분석에 많이 사용되는 데이터베이스로 특허 DB뿐만 아니라, 논문 DB도 있지만, 본 평가 프레임워크에서는 논문 DB를 사용하지 않았다. 논문은 연구 단계에서의 평가 자료로 많이 사용되고, 응용 단계에서는 특허가 많이 활용되기 때문이다.

2) 본 논문에서의 '유망'은 '경제적 추정 가치'임을 밝힌다. 본래 '유망'의 사전적 의미는 '앞으로 잘될 듯한 희망이나 전망이 있음'이다. '유망성'은 이해관계자에 따라 다양하게 해석되지만, 결국 경제적 수익에 기반한다고 볼 수 있으며, 과학기술 분야에서는 '해당 분야의 미래시장 우위에 대한 기대 정도를 나타내는 정도로 인식되기 때문이다[4].

3) 상대적 수치로 평가 대상 기술에 따라 최소 특허수를 임의로 정할 수 있다.

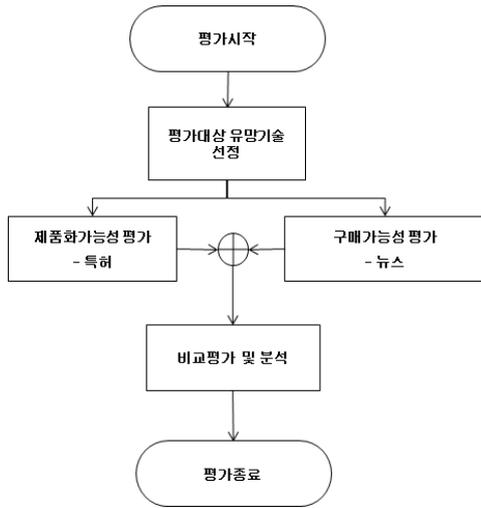


그림 1. 제안된 미래유망기술 평가 프레임워크

본 논문에서 제시한 평가 프레임워크의 중요한 개념 중의 하나는 제품화가능성(Product Potential)과 구매가능성(Consumption Potential)이다. 제품화가능성은 미래유망기술이 응용 제품으로 개발될 잠재력을 나타내고, 구매가능성은 개발된 제품을 소비자가 구매할 가능성을 나타낸다. Martino(2003)에 의하면, 기술발전 단계는 5개로 구분되는데[14], 과학계량학적 방법을 이용하면 현재의 기술발전 단계를 알 수 있다. 만약 과거에 미래유망기술로 선정된 기술이 평가 시점인 현재에도 유망하다면 그 기술은 연구(Research) 단계를 거쳐 개발(Development) 또는 제품(Application) 단계에 있을 것이다. 따라서 특허 정보와 뉴스에 노출된 빈도수를 대리변수로 하는 평가지수를 도출하는 것이 가능하다. 본 논문에서는 이와 관련하여 제품화가능성과 구매가능성이라는 평가 요소를 도입하였다.

표 2. 기술 발전 단계별 확인 자료[14]

발전 단계	확인 자료
Basic research	Science Citation Index
Applied research	Engineering Index
Development	US Patents
Application	Newspaper Abstracts Daily
Social impacts	Business and Popular Press

1. 제품화가능성

제품화가능성의 정도를 결정하는 요인으로는 특허의 영향도와 기업 출원인수를 근거로 하였다. 유망한 기술은 관련 특허의 출원이 많아지고, 대학 및 연구소보다는 현재의 기술가치를 중시하는 기업의 숫자를 중요한 지표로 본 것이다.

1.1 특허 영향도

특허는 오래전부터 기술의 발전과 혁신을 파악하기 위한 유용한 대리자로서 널리 인정받고 있으며[9][15], 특허의 인용은 개별특허가 가지는 특허의 가치(중요성)를 측정하는 유용한 지표로 사용된다. 상업화가 가능한 상품이나 프로세스가 개발될 경우에는 특허 인용수가 급격히 증가하게 된다[19]. 그러나 단순히 특허의 수로 기술 및 특허의 가치를 추정하기는 무리가 있다. Harhoff et al. (1999)는 특허 소유자들의 설문조사를 통해 특허의 경제적 가치와 특허인용수가 밀접하게 관련되어 있다는 것을 증명하였다[8]. 특허 시장가치를 결정하는데 있어서 단순한 특허의 수는 R&D만큼의 설명력을 가지지 못하며[21], 특허인용에 의해 가중된 특허수가 단순특허수보다 R&D와의 관련성이 더 높은 것으로 나타났다[7][12]. 따라서 본 논문에서는 특허의 인용정보를 가중한 특허수를 이용하여 특허의 영향도를 측정하였다. 인용범위는 평가연도(2011년)의 직전 연도인 2010년으로 제한하여 기술혁신의 성과가 현재시점에 미치고 있는 기술적 영향을 측정하고자 하였다. 인용범위를 제한하는 방식은 미국의 CHI Research, INC에서 사용하고 있는 현재영향 지수(CII: Current Impact Index)에서도 사용되고 있다[10].

2010년 기준 미국 특허청에 출원된 LED(Light Emitting Diode)와 LCD(Liquid Crystal Display) 특허를 분석하였다. 이 두 기술은 디스플레이 산업에서 매우 중요한 기술로 LCD는 이미 성숙단계에 접어든 기술이라면 LED는 디스플레이뿐만 아니라 조명 분야로 확대되는 기술이다. 특허정보는 특허전문업체인 웹스 데이터를 사용하였으며, 검색조건은 모두 제목으로 한정하고, 2010년 12월 31일까지 등록된 특허를 추출하였다. 검색어는 다음과 같다.

LED : (Light* adj Emit* adj Diode*) or LED*
 LCD:(liquid* adj crystal* adj display*) or LCD*

연도별 인용 특허비율을 조사하면 [표 3]와 같다. 1995년 이전의 인용특허 비율이 LCD는 0.0318이고, LED는 0.1378로 LED가 보다 최근의 기술임에도 불구하고, 과거 기술에 대한 의존도가 더 높은 것을 알 수 있다.

표 3. 연도별 특허 인용 비율

구분	~1995	1996	1997	1998	1999	~2007	2008	2009	2010
LCD	0.0318	0.0322	0.0436	0.0752	0.0681	~0.0455	0.0371	0.0310	0.0034
LED	0.1378	0.0197	0.0285	0.0398	0.0444	~0.0653	0.0498	0.0389	0.0054

두 기술의 특허 영향도는 연도별 등록 특허수와 [표 3]의 인용 비율을 곱한 값이 된다.

표 4. LED와 LCD 특허 영향도⁴⁾

연도	특허수		특허 영향도 (=특허수 × <표 6>연도별 인용 비율)	
	LED	LCD	LED	LCD
(합계)	16,138	33,910	1025	1970
2010	1393	1365	7.5833	4.7081
2009	2100	2130	81.7839	65.9326
2008	2281	2842	113.6679	105.5665
2007	2130	3555	139.1457	161.6052
2006	1797	4179	143.7299	222.8652
2005	1694	3599	127.6884	230.7663
2004	1393	3519	138.2500	258.9376
2003	1200	3088	140.7035	258.6306
2002	807	2700	62.5188	201.5389
2001	546	2535	37.7261	197.0695
2000	270	1173	14.0201	80.2956
1999	185	913	8.2119	62.1748
1998	130	853	5.1717	64.1240
1997	116	799	3.3032	34.8374
1996	96	660	1.8894	21.2470

1996년부터 15년간 등록된 특허수는, LED는 16,138건이고, LCD는 33,910건으로 LCD가 LED에 비해 약 2배 많다. 그리고, 과거 15년간 등록된 특허가 현재⁵⁾ 기

4) 1996년부터 15년간 등록된 특허를 대상으로 함.

술에 미친 영향을 반영하였을 때, LED 1025, LCD는 1970 만큼의 영향을 준 것으로 계산된다.

LED와 LCD의 특허 영향도를 비교하여 상대적 특허 영향도를 구하면 다음과 같다.

LED의 상대적 특허 영향도

$$= \frac{1,025}{1,025 + 1,970} = 0.3422 \quad (1)$$

LCD의 상대적 특허 영향도

$$= \frac{1,970}{1,025 + 1,970} = 0.6578 \quad (2)$$

1.2 기업수

특허의 소유자에 따라서 특허의 가치에는 많은 편차가 있다. James Bessen에 의하면, 평균적으로 조직의 규모가 클수록 특허의 가치가 더 크게 나타나는 것으로 조사되었다[13]. 이는 개인은 우연한 발명을 특허로 출원하거나 원칙이 없는 에이전시를 이용하는 것 등이 원인인 것으로 추정된다. 그리고 기술이 유망하면 과감한 투자를 통해 관련 연구를 수행하는 기업도 늘어난다. 특허 기술의 속성상 응용분야가 많은 기술이 그렇지 않은 기술보다 특허가 더 많이 등록되는 경향을 보인다. LED의 경우, LCD 보다 기업 출원인이 더 많은 것으로 나타났다[그림 2]. 이를 위해 앞서 특허영향도를 파악하기 위해 추출한 특허에 대해 출원인 분석을 하였다.

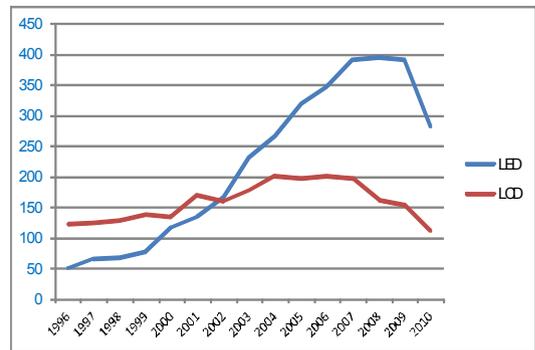


그림 2. LED/LCD 연도별 기업 출원인 수 현황

5) 2011년 1월 1일 기준.

기업 출원인에 대한 기술별 상대 평가는, 출원인 중에서 중복을 배제한 순 참여 기업수가 제일 많은 해를 기준으로 하였다. LED는 2008년에 396개였으며, LCD는 2006년에 202개이다. 따라서, 각 기술에 대한 기업 출원인의 상대적 비교 지수는 LED는 0.6622, LCD는 0.3378로 나타난다.

$$\begin{aligned} & \text{LED의 기업출원인 비교값} \\ & = \frac{396}{396 + 202} = 0.6622 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} & \text{LCD의 기업출원인 비교값} \\ & = \frac{202}{396 + 202} = 0.3378 \end{aligned} \quad (4)$$

1.3 제품화가능성

제품화가능성은 기술에 대한 특허 영향 지수와 출원인 지수의 가중합으로 계산된다. 다면평가에서 지표별 계수를 설정하는 것은 복합지표 연구에서 하나의 주요한 연구로 진행되고 있으므로, 본 연구에서는 각 계수의 값을 0.5로 동일하게 적용한다. 제품화가능성 기술을 연구개발하는 생산자 입장에서 도출한 것으로, 높은 수치는 상대적으로 제품으로 개발될 확률이 높다는 것을 의미한다.

$$\begin{aligned} & \text{제품화가능성} \\ & = \alpha * \text{상대적특허영향도} + (1 - \alpha) * \text{기업출원인비교값} \end{aligned} \quad (5)$$

LED의 상대적 특허 영향도는 0.3422이고, 기업출원인 비교값은 0.6622이므로, 식(5)에 따라 제품화가능성은 0.5022가 된다. 이에 반해 기업출원인 비교값이 LED보다 낮지만, 특허 영향도에서 크게 앞선 LCD는 제품화가능성이 0.4978으로 LED보다 낮은 것으로 나타났다.

표 5. LED와 LCD 제품화가능성 비교

평가 대상	①상대적 특허 영향도	②기업출원인 비교값	제품화가능성 = (①+②)/2
LED	0.3422	0.6622	0.5022
LCD	0.6578	0.3378	0.4978

2. 구매가능성

구매가능성이란, 미래유망기술을 응용한 제품이 출시되었을 때 소비자가 구매할 가능성을 의미한다. 구매가능성은 뉴스 매체에 노출된 건수를 근거로 추정한다. Heini (2008)는 미니디스크와 디지털카메라가 뉴스 매체에 노출된 건수를 비교, 분석하여 기술의 성공 가능성과 언론의 노출 빈도수 간의 관계를 증명하였다[22]. 이에 따르면, 언론에서 많이 언급될수록 시장에서 성공할 가능성이 높아진다. 본 논문에서는 구매가능성을 측정하기 위하여 구글아카이브의 뉴스 자료를 근거로 하였다. 또한 평가연도의 구매가능성을 예측하기 위하여 로그렛(loglet) 모형을 이용하였다. 로그렛은 logistic과 wavelet의 합성어로 특정 제품(서비스)의 확산과정을 다수의 로지스틱 성장곡선의 결합으로 표시한 프로그램으로 수요예측 분야에 많이 사용된다[5].

앞서 LED와 LCD의 경우로 설명하면 다음과 같다. 먼저 구글아카이브에서 뉴스 검색을 통해 연도별 노출 건수를 조사한다. 그리고 로그렛 분석에서 2011년도(평가연도)의 누적 노출 건수를 예측하여 기술 간에 상대 평가를 수행한다. [그림 3]은 두 기술에 대한 로그렛 분석을 수행한 것이다. 2011년을 기준으로 했을 때, 1995년 이후 언론에 노출된 누적건수는 LED는 5,947건, LCD는 11,629건이다. 두 기술의 구매가능성을 비교하면 식(6)과 식(7)로 계산된다.

$$\begin{aligned} & \text{LED 구매가능성} \\ & = \frac{5,947}{5,947 + 11,629} = 0.3384 \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} & \text{LCD 구매가능성} \\ & = \frac{11,629}{5,947 + 11,629} = 0.6616 \end{aligned} \quad (7)$$

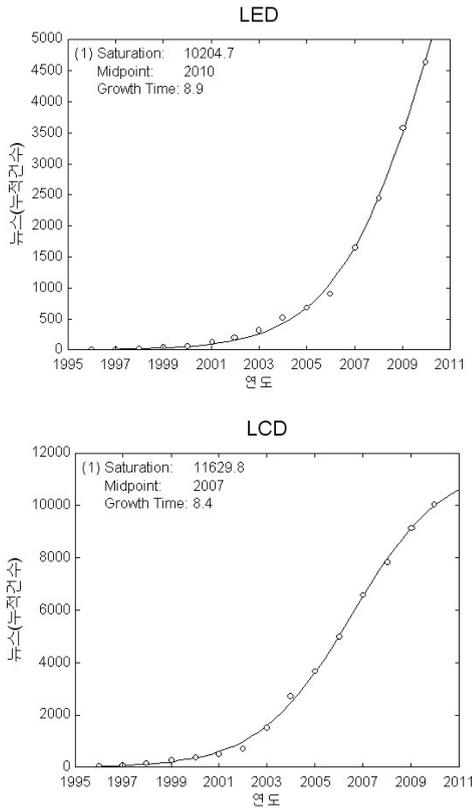


그림 3. LED/LCD 로그릿 분석

3. 결과검증

미래유망기술에 대해 유망성 중심의 평가를 하기 위하여 제품화가능성과 구매가능성의 개념을 도입하였다. 그리고, 최근 각광받고 있는 LED와 LCD 두 기술에 적용하여, [표 6]의 결과를 도출하였다.

표 6. LED와 LCD의 유망성 비교

평가 대상	①제품화가능성	②구매가능성	유망성 =① × ②
LED	0.5022	0.3384	0.1699
LCD	0.4978	0.6616	0.3293

2011년 말을 기준으로 평가하였을 때, LED보다는 LCD의 유망성, 즉 경제적 추정 가치가 더 높은 것으로 나타났다. 이는 최근 시장 조사기관에서 발표한 바와 같다.

IMS 리서치사가 2011년에 조사한 바에 따르면, LED는 TV와 조명기구에 많이 사용되고, 2011년의 전 세계 시장규모가 87억달러에 달한다[그림 4]. 이에 반해, LCD는 TV 패널용으로 응용 분야를 제한하였음에도 불구하고, 2009년 352억 달러에서 2011년에는 600억달러에 이를 것으로 전망되었다[그림 5].

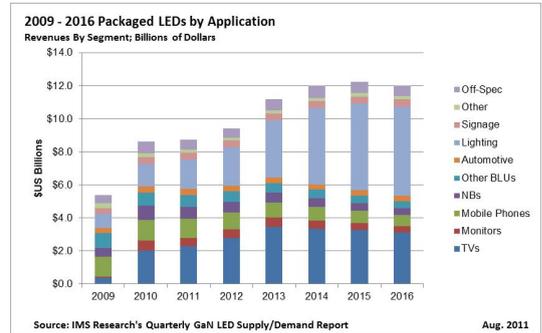


그림 4. LED 시장 규모 전망[25]

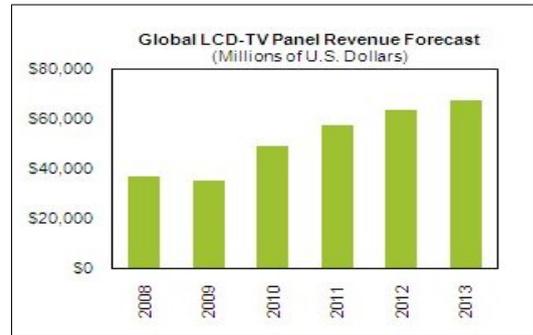


그림 5. LCD TV 패널 시장규모 전망[24]

상기의 시장조사 자료를 근거로 했을 때, LED보다는 LCD가 평가시점인 2011년에 시장 가치가 더 높은 것으로 나타났으며, 이는 제안된 방법의 평가 결과와 동일하다.

IV. 유망성 평가 프레임워크 적용 사례

제안된 평가 프레임워크를 미국의 MIT 대학에서 매년 발표하는 미래유망기술에 적용하였다. MIT대학은 2001년부터 매년 10개의 미래유망기술을 발표하여 가까운 미래에 이슈가 될 만한 기술을 소개하고 있다.

MIT 대학이 발표한 기술 중에는 데이터마ining, 자연어 처리, DRM 등 비교적 각광받는 기술도 있지만, 글리코믹스처럼 아직 사람들이 인식하지 못한 기술도 있다. MIT 대학이 발표한 50개⁶⁾ 미래유망기술과 관련하여 미국 특허청에 등록된 특허를 조사하였다.

- 대상 : MIT 대학의 미래유망기술 50개
- 검색연도 : 1996.1.1 ~ 2011. 7.24
- 검색방법 : 제목(Title) 검색
- 데이터베이스 : 미국 특허청(USPTO) 출원 특허

표 7. MIT 대학의 미래유망기술 검색 결과

연도	기술명	검색식	검색 결과(건)
2001	microfluids	(microfluid*)	2730
2001	biometrics	(biometric*)	2140
2004	distributed storage	(distribut* and storage*)	1011
2004	nanowires	(nanowire*)	977
2001	digital rights management	(digital* and right* and manage*)	634
2001	data mining	(data and mining)	601
2003	wireless sensor networks	(wireless* and sensor* and network*)	353
2004	RNAi	(RNAi)	234
2003	grid computing	(grid and comput*)	205
2006	cognitive radio	(cognitiv* and radio*)	171
2003	injectable tissue engineering	(inject* and tissue*)	117
2003	molecular imaging	(molecular* and imag*)	115
2001	natural language process*	(natural adj language adj process*)	104

50개 기술 중 검색 건수가 100개 이상인 기술은 미세유체학(microfluids), 생체인식(biometrics), 분산저장(distributed storage) 등 13개이다. 전체적으로 건수가 적은 이유는 검색 방법이 제목 검색인 점, 상당수의 기술이 연구 단계에 머물러 아직 개발 및 제품 단계로 가지 않았기 때문이다. 그런 기술에는 environmatics, nano biomechanics 등이 있다. 13개 기술에 대한 연도별 분포를 보면, 2001년 기술이 5개, 2003년 4개, 2004년 3개, 2006년 1개로 과거에 발표된 기술일수록 특허수가 많은 것으로 나타났다.

1996년부터 2010년까지 등록된 특허수는 [표 8]과 같다.

표 8. 연도별/기술별 특허수

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	합계
microfluids	6	47	32	49	85	229	304	286	292	260	272	278	245	194	148	2727
biometrics	14	28	23	43	54	142	196	179	228	284	272	274	186	138	80	2141
distributed storage	9	15	23	19	38	96	104	84	95	123	105	74	77	79	66	1007
nanowires		3	5	2	11	25	53	63	130	167	173	141	130	70	977	
digital rights management	1	1	3	6	13	34	66	77	52	88	83	87	69	36	16	632
data mining	5	11	14	17	25	62	86	63	46	47	52	77	63	23	11	602
wireless sensor networks			2		7	4	3	10	29	48	45	40	96	45	25	354
RNAi						1	2	10	22	26	39	31	34	29	34	278
grid computing	1	1	1	1		7	19	33	34	30	26	14	23	12	3	205
cognitive radio								3	2	22	35	52	42	16	172	
injectable tissue engineering	5	1	1	3	5	13	9	10	8	13	12	5	13	12	6	116
molecular imaging			4	1	1	3	8	9	7	23	15	21	16	6	114	
natural language process			2	6	3	3	14	7	2	16	16	10	8	8	6	104

표 9. 평가 대상 기술

기술	내용
microfluids	미세유체학(microfluidics)는 이송방울의 수천분의 일에 해당하는 유체를 물리학의 법칙을 응용해 조작하는 방법을 연구하는 학문이다. 일단 유체를 조절하는 방법을 개발하면, 유전체학 연구와 신약 개발에 필수적인 실험은 물론 즉시 진단시험 등도 자동화가 가능해 생명공학과 신약연구에서 필수적인 것으로 평가받고 있다.
biometrics	생물학적 특징으로 개개인을 구별하는 생체인식(Biometrics) 분야는 이미 1990년대부터 떠오르는 기술로 인식되고 있다.
distributed storage	인터넷을 통해 언제 어디서나 자신의 데이터를 저장하고 이용할 수 있는 기술이다.
nanowires	머리카락 굵기의 1천분의 1에 불과한 극미세 끈이다. 실리콘 등으로 제조되며 유비쿼터스 반도체 등의 핵심 소재로 활용된다.
digital rights management	저작권자들이 겪고 있는 이같은 문제를 해결하기 위해 등장한 것이 '디지털 권리 관리(Digital Rights Management)'다. 이는 콘텐츠를 암호화함으로써 인터넷 사용자들이 돈을 지불해야만 자유롭게 사용할 수 있도록 한 것이다.
data mining	대용량 자료에서 사용자에게 가장 적합한 자료를 빠른 시간 내에 찾아 주는 일종의 데이터베이스 관리 기술이다.
wireless sensor networks	무선 및 센싱 기술을 이용하여 영상, 보안, 감시 활동을 한다.
RNAi	RNA를 활용해 암 등을 일으키는 유전자의 활성을 막는 기술로 특정 유전자가 나타나는 것을 억제한 뒤 어떤 현상이 일어나는지를 조사, 유전자 기능을 밝힌다.
grid computing	단일 문제를 풀기 위해 네트워크 상에 있는 수많은 컴퓨터의 자원을 동시에 이용하는 기술이다.
cognitive radio	휴먼 주파수 대역을 찾아 내어 활용하는 기술이다.
injectable tissue engineering	폴리머, 세포 및 성장자극제의 혼합체를 몸 안에 주입, 상처를 건전한 조직으로 재생한다.
molecular imaging	메사추세츠종합병원 분자영상연구센터는 쥐의 피부에 있는 종양을 디지털 카메라로 찍었다. 형광 태그와 측정용 필터를 이용해 컴퓨터로 분자 크기의 종양이 분비하는 빨강, 노랑, 녹색의 종양을 촬영한 것이다. 이 기술의 개발로 인해 각종 질병의 조기진단이 가능하다.
natural language process	컴퓨터 등의 장치를 이용하여 인간의 음성을 인식, 처리하는 기술을 의미한다.

6) 2001년부터 6년간 50개 기술 발표. 2002년에는 미발표[26]

표 10. 연도별 인용 비율
(2012년 USTPO 출원 특허 기준)

기술	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
01_microfluids	306	431	465	490	424	423	437	430	347	245	188	137	96	40	3
	0.04826	0.06798	0.07334	0.07729	0.06688	0.06672	0.06893	0.06782	0.05473	0.03864	0.02965	0.02161	0.01514	0.00631	0.00047
02_biometrics	535	570	801	924	1063	975	741	748	661	601	533	322	228	217	13
	0.04220	0.04496	0.06318	0.07288	0.08384	0.07690	0.05844	0.05900	0.05213	0.04740	0.04204	0.02540	0.01798	0.01711	0.00103
03_distributed	21	45	70	83	87	88	121	140	75	78	124	99	65	68	2
	0.01699	0.03641	0.05663	0.06715	0.07039	0.07120	0.09790	0.11327	0.06068	0.06311	0.10032	0.08010	0.05259	0.05502	0.00162
04_nanowires	93	91	135	223	228	336	274	233	336	238	225	167	108	176	10
	0.02731	0.02673	0.03965	0.06549	0.06696	0.09868	0.08047	0.06843	0.09868	0.06990	0.06608	0.04905	0.03172	0.05169	0.00294
05_DRM	152	190	297	380	266	294	248	207	229	174	250	154	116	36	12
	0.03729	0.04661	0.07287	0.09323	0.06526	0.07213	0.06084	0.05079	0.05618	0.04269	0.06133	0.03778	0.02846	0.00883	0.00294
06_Data mining	74	99	192	162	186	205	201	183	152	111	112	65	73	41	4
	0.03561	0.04764	0.09240	0.07796	0.08951	0.09865	0.09673	0.08807	0.07315	0.05342	0.05390	0.03128	0.03513	0.01973	0.00192
07_Wireless	409	412	499	572	532	624	607	576	535	427	475	417	263	137	28
	0.04364	0.04396	0.05324	0.06103	0.05676	0.06657	0.06476	0.06145	0.05708	0.04556	0.05068	0.04449	0.02806	0.01462	0.00299
08_RNAi	18	28	49	70	42	18	29	35	15	9	13	11	6	3	10
	0.04196	0.06527	0.11422	0.16317	0.09790	0.04196	0.06760	0.08159	0.03497	0.02098	0.03030	0.02564	0.01399	0.00699	0.02331
09_Grid	7	18	25	29	15	40	52	45	44	29	41	42	26	17	5
	0.01535	0.03947	0.05482	0.06360	0.03289	0.08772	0.11404	0.09868	0.09649	0.06360	0.08991	0.09211	0.05702	0.03728	0.01096
10_Cognitive	7	8	21	12	13	9	16	13	26	17	12	8	11	5	2
	0.03226	0.03687	0.09677	0.05530	0.05991	0.04147	0.07373	0.05991	0.11982	0.07834	0.05530	0.03687	0.05069	0.02304	0.00922
11_Injectable	8	16	17	25	9	6	6	5	3	2					
	0.05063	0.10127	0.10759	0.15823	0.05696	0.03797	0.03797	0.03165	0.01899	0.01266	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
12_Molecular	1	1	5	4	5	4	7	3	1			1	3		
	0.00000	0.02222	0.02222	0.11111	0.08889	0.11111	0.08889	0.15556	0.06667	0.02222	0.00000	0.02222	0.06667	0.00000	0.00000
13_NLP	188	316	568	584	328	389	337	263	289	195	220	142	94	72	11
	0.03997	0.06719	0.12077	0.12418	0.06974	0.08271	0.07166	0.05592	0.06145	0.04146	0.04678	0.03019	0.01999	0.01531	0.00234

[표 10]은 평가 기술 대상 2010년 등록 특허에 대한 인용특허 비율이다. 미세유체학의 2010년 특허의 경우, 1996년에 등록된 306건(0.04826)의 특허를 인용하였으며, 1999년 등록특허는 490건 인용하였다.

표 11. 기술별 상대적 특허 영향도

순위	기술	특허 영향도	상대적 특허 영향도
1	microfluids	116	0.2533
2	biometrics	93	0.2039
3	distributed storage	71	0.1549
4	nanowires	54	0.1175
5	data mining	39	0.0858
6	digital rights management	29	0.0643
7	grid computing	17	0.0367
8	wireless sensor networks	13	0.0282
9	cognitive radio	7	0.0148
10	natural language process	6	0.0127
11	RNAi	6	0.0126
12	molecular imaging	4	0.0094
13	injectable tissue engineering	3	0.0059

1995년부터 2010년까지 연도별 특허 출원인 분포를 보면, 생체인식 기술이 82개의 기업 출원인이 있는 것으로 나타나 평가 대상 기술군에서 제일 많았으며, 그

뒤를 미세유체학이 63개, 분산저장이 41개 순으로 많았다. 기술별 기업 출원인 지수를 [표 12]에 정리하였다.

표 12. 기술별 기업 출원인 지수

순위	기술	출원인(기업)	출원인 지수
1	Biometrics	82	0.2440
2	Microfluids	63	0.1875
3	Distributed Storage	41	0.1220
4	Nanowires	30	0.0893
5	Digital Rights Management	27	0.0804
6	Data mining	19	0.0565
7	Wireless Sensor Networks	16	0.0476
8	Cognitive Radio	14	0.0417
9	Grid Computing	12	0.0357
10	RNAi	10	0.0298
11	Injectable Tissue Engineering	8	0.0238
12	Natural Language Process	7	0.0208
13	Molecular Imaging	7	0.0208

상기 과정을 통해 기술별 제품화가능성을 도출한 결과, 생체인식(Biometrics)이 제일 높았으며, 그 다음으로 미세유체학(Microfluids), 분산저장(Distributed storage) 순이다.

표 13. 기술별 제품화가능성

순위	기술명	특허 영향지수	출원인 지수	제품화 가능성
1	biometrics	0.2039	0.2440	0.2240
2	microfluids	0.2533	0.1875	0.2204
3	distributed storage	0.1549	0.1220	0.1385
4	nanowires	0.1175	0.0893	0.1034
5	digital rights management	0.0643	0.0804	0.0724
6	data mining	0.0858	0.0565	0.0712
7	wireless sensor networks	0.0282	0.0476	0.0379
8	grid computing	0.0367	0.0357	0.0362
9	cognitive radio	0.0148	0.0417	0.0282
10	RNAi	0.0126	0.0298	0.0212
11	natural language process	0.0127	0.0208	0.0168
12	molecular imaging	0.0094	0.0208	0.0151
13	injectable tissue engineering	0.0059	0.0238	0.0148

기술별 구매가능성을 측정하기 위하여 구글아카이브를 통해 뉴스 검색을 하였다. [표 14]는 연도별 언론에 노출된 건수를 나타낸다. 이에 따르면, 비교 대상 기술 중 데이터마이닝이 대중에게 가장 많이 알려진 기술로 판명되었다. 비교적 최근에 알려진 기술에는 생체조직공학(Injectable tissue engineering)과 휴먼주파수기술(Cognitive radio) 기술 등이 있다.

표 14. 연도별 뉴스 노출 건수

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	합계
data mining	570	642	588	860	806	997	1,890	2,480	2,360	2,790	6,040	8,090	6,730	7,410	9,320	51,573
digital rights management	29	48	66	84	168	191	836	1,260	1,680	1,510	2,000	2,960	1,850	1,480	1,070	15,232
distributed storage	87	109	117	124	187	186	847	1,350	1,410	890	994	1,140	1,300	1,210	892	10,843
biometrics	19	29	32	37	61	126	185	553	778	507	594	583	517	245	222	4,488
molecular imaging	21	33	39	52	59	82	111	179	199	176	204	253	191	160	127	1,886
natural language processing	26	33	39	45	36	42	93	118	127	117	137	166	168	227	163	1,537
wireless sensor networks	3	-	3	10	7	16	54	73	145	114	159	166	213	226	191	1,380
grid computing	-	1	1	2	6	13	76	172	238	163	111	117	86	54	27	1,067
RNAi	4	4	8	4	8	7	24	65	90	101	112	167	104	58	81	837
microfluids	-	1	1	4	3	6	18	40	45	26	31	30	35	27	39	306
nanowires	-	-	1	-	1	8	9	6	20	8	24	41	44	32	31	225
cognitive radio	-	-	-	-	-	-	2	1	14	6	4	9	14	8	12	70
injectable tissue engineering	-	-	-	2	2	4	4	4	9	3	11	6	1	2	1	49

로그렛분석을 통해 분석한 결과, 구매가능성이 제일 큰 기술은 데이터마이닝 기술이었으며, 그 다음이 디지털보안기술(Digital rights management)로 나타났다. 데이터마이닝의 활용 분야는 판매부터 금융 분야에 이르기까지 매우 다양하다. 판매 분야에서는 고객의 구매 패턴을 분석하여 맞춤형 정보를 제공하는 타겟 마케팅 및 고객 관계 관리(CRM) 등에 활용할 수 있다. 금융 분야에서는 신용 평가, 신용카드 사기 탐지, 증권가격 예측, 포트폴리오 평가 등을 할 수 있다. 이 외에도 통신, 의료, 에너지 등 각종 정보 분석 및 수요 예측에 활용되

어 그 응용 범위가 광범위하므로 평가 시점 당시에 경제적 추정 가치가 가장 높게 나타났다.

최종적으로 MIT 대학에서 발표한 50개 미래유망기술에 대해 유망성 중심으로 평가한 결과 데이터마이닝 기술 다음으로 분산저장, 디지털보안기술, 생체인식, 미세유체학 순이었다. 1위부터 5위까지의 기술 중 IT 관련 기술은 3개, 바이오 관련 기술이 2개다.

표 15. 기술별 구매가능성

순위	유망기술	구매가능성
1	data mining	0.6060
2	digital rights management	0.1594
3	distributed storage	0.1114
4	biometrics	0.0455
5	molecular imaging	0.0199
6	natural language processing	0.0169
7	wireless sensor networks	0.0151
8	grid computing	0.0104
9	RNAi	0.0086
10	microfluids	0.0030
11	nanowires	0.0025
12	cognitive radio	0.0007
13	injectable tissue engineering	0.0005

표 16. 미래유망기술 평가 결과

순위	기술명	제품화 가능성	구매 가능성	유망성
1	data mining	0.0712	0.606	0.043147
2	distributed storage	0.2240	0.0455	0.015429
3	digital rights management	0.1385	0.1114	0.011541
4	biometrics	0.0724	0.1594	0.010192
5	microfluids	0.2204	0.003	0.000661
6	wireless sensor networks	0.1034	0.0025	0.000572
7	grid computing	0.0379	0.0151	0.000376
8	molecular imaging	0.0362	0.0104	0.0003
9	natural language process	0.0151	0.0199	0.000284
10	nanowires	0.0168	0.0169	0.000259
11	RNAi	0.0212	0.0086	0.000182
12	cognitive radio	0.0282	0.0007	..
13	injectable tissue engineering	0.0148	0.0005	..

V. 토론 및 결론

본 논문은 미래유망기술에 대한 평가 프레임워크를 제시하였다. 국내외 유수의 기관에서 미래유망기술에 대한 중요성으로 인해 매년 발표를 하고는 있지만, 이에 대한 후행평가를 하는 사례는 상대적으로 적었다.

그 이유는 다음과 같다.

첫째, 정부 부처가 선정한 미래유망기술은 예산 배분을 위한 우선 분야를 정하는 데 있으므로 선정 이후의 평가가 기술의 사회, 경제적 파급도 등의 거시적 관점보다는 예산의 효율적 집행에 대한 미시적 평가에 중점을 두었기 때문이다. 일본이 2004년 6월에 국가전략추진 기간기술에 관한 위원회를 통해 국가가 전략적으로 추진해야 하는 10개의 기간기술을 도출한 것과 우리나라의 'IT839 전략⁷⁾' 정책이 그 예이다. 둘째, 미래유망기술의 '미래' 시점이 분명하지 않다. 미국의 MIT 대학이 운영하는 테크놀러지리뷰사는 매년 '가까운 미래'에 혁신적 영향(greatest impact on the shape of innovation in years to come)을 주는 10대 미래유망기술을 발표하지만, 구체적으로 언제 우리 생활에 혁신을 가져올 지는 명시하지 않는다. KISTI(한국과학기술정보연구원) 또한 2006년부터 다양한 방법론을 통해 미래유망기술을 발표하고 있지만, 구체적으로 기술의 실현 시기는 언급하지 않고 있다. 마지막으로, '유망한 기술'은 이해관계자에 따라 그 의미가 다르다. 기술을 바라보는 주체에 따라 민간 부문은 "자사적합도", 공공부문은 "국가의 기술경쟁력 확보", 중소기업은 "안정성과 수익실현 가능성 여부", 대기업은 "중소기업이 유망하다고 판단하는 시장을 포함하여 시장규모가 크고 큰 수익을 기대하는 기술"을 의미한다[6]. 따라서 특정 기관에서 발표한 미래유망기술에 대해 평가를 위한 보편적 기준을 적용하기에는 다소 어려움이 있다. 이러한 세 가지 어려움을 극복하기 위해서는 개별 기업을 대상으로 기업의 특성과 사업 환경에 적합한 유망기술을 도출하고, 신사업에 적용을 하는 것이다. 실제로 대다수의 기업들이 그러한 과정을 거쳐 연구개발 기획을 하고 있으며, 보다 전문적인 정보를 입수하기 위하여 컨설팅을 받기도 한다.

지금까지 본 논문에서 제안한 평가 프레임워크의 일차 목표는 그 동안 발표되었던 미래유망기술이 과연 유망하였는지에 대한 확인을 하는 것이다. 그리고 이를

통해 미래유망기술 정보를 발굴하는 주체와 정보 이용자들에게 보다 정확한 정보에 접근할 수 있는 기회를 주고자 위함이다. 본 논문에서 제안한 평가 프레임워크는 '유망성'을 중심으로 평가하는 것이고, 유망성을 결정짓는 두 가지 중요한 요소로 제품화가능성과 구매가능성을 도입하였다. 제품화가능성은 미래유망기술이 응용 제품으로 구현될 가능성을 의미하고, 구매가능성은 소비자들이 제품을 구매할 가능성을 뜻한다. 최종적으로 유망성은 이 두 지표를 곱한 결과를 상대 비교하여 나타낸 수치가 된다.

제안하는 평가 프레임워크를 설명하기 위하여 예시로 든 LCD와 LED 기술의 경우, 2011년에는 LCD가 LED보다 높은 유망성, 즉 경제적 추정가치가 높은 것으로 분석되었다. 비록 LED가 LCD보다 응용범위가 넓지만, LCD가 더 오래된 기술로 성숙단계에 접어들고, 장치산업의 특징을 갖기 때문인 것으로 판단된다.

한편 MIT가 2001년부터 발표한 50개 유망기술 중 13개 기술에 대해 심층분석을 하였으며 그 결과 데이터마이닝과 분산저장 유망한 것으로 측정되었다. 두 기술처럼 비교적 오래된 기술이 유망한 것으로 나타난 이유는, 평가 시점에서 다른 비교 대상 기술에 비해 경제적 추정 가치가 높게 나타났기 때문이다. 만약 비교 대상을 2001년에 발표했던 기술로 제한한다면, 자연어처리 등 나머지 기술은 유망하지 않은 기술이었는데 유망하다고 지정한 셈이다. 그러나 본 논문에서는 이런 극단적인 결론(유망하다 혹은 유망하지 않다)은 지양한다. 왜냐하면 제안된 유망기술 평가 프레임워크는 절대 평가가 아닌 상대 평가 체제이기 때문이다. 비록 이런 부분이 본 연구의 한계이지만, 정량적인 방법의 비용 효율적인 평가 프레임워크라는 점, 과거에 발표했던 유망기술을 체계적으로 평가할 수 있는 기초가 될 수 있다는 점에서 본 연구의 의의가 있다.

참고 문헌

7) 2004년 정보통신부에서 국민 소득 2만달러 달성을 위해 IT 산업 분야의 신성장 동력 전략이다. IT839에서 8은 '8대 신규 서비스', 3은 '3대 첨단 인프라', 그리고 9는 IT부문의 9개 신성장 동력을 의미한다.

[1] 유성열, "중장기 기술예측을 위한 시뮬레이션 기반 방법론", 한국콘텐츠학회논문지, Vol.10, No.1, pp.372-380, 2010.

- [2] 정의섭, “과학계량학적 정보분석을 통한 건설교통분야의 유망연구영역도출”, 한국콘텐츠학회논문지, Vol.8, No.2, pp.231-238, 2009.
- [3] 교육과학기술부, 국가중점기술에 대한 기술수준평가, 2011(3).
- [4] 강희중, 특허분석을 통한 유망융합기술의 예측, 기술혁신학회, 2007.
- [5] 이홍재, 통신서비스 수요예측 방법론, 정보통신정책연구원, 2000.
- [6] 한유진, 유망기술 도출 방법론 개발, 한국과학기술정보연구원 위탁연구 보고서, 2007.
- [7] D. Austin, “An Event Study Approach to Measuring Innovative Output: The Case of Biotechnology,” *American Economic Review*, Vol.83, pp.253-258, 1993.
- [8] D. Harhoff, F. Narin, F. M. Scherer, and K. Vopel, “Citation Frequency and the Value of Patented Inventions,” *The Review of Economics and Statistics*, Vol.81, No.3, pp.511-515, 1999.
- [9] F. M. Scherer, “Firm Size, Market Structure, Opportunity, and the Output of Patented Innovations,” *American Economic Review*, Vol.55, pp.1097-1123, 1965.
- [10] F. Narin, Tech-Line Background paper, CHI research, Inc, 1999.
- [11] H. Brody, “Great Expectations: why Predictions Go Away,” *J. of Consumer Marketing*, Vol.10, pp.23-27, 1993.
- [12] H. Shane, “Patent Citations as an Indicator of the Value of Intangible Assets in the Semiconductor Industry,” Photocopy, The Wharton School, University of Pennsylvania, 1993.
- [13] J. Bessen, “The Value of U.S. Patents by Owner and Patent Characteristics,” Boston Univ. School of Law Working Paper, No.6-46, 2006a.
- [14] J. P. Martino, “A review of selected recent advances in technological forecasting,” *TFSC*, pp.719-733, 2003.
- [15] J. Schmookler, *Invention and Economic Growth*, Cambridge, Harvard University Pub, 1966.
- [16] L. Georghiou, Evaluating Foresight and Lessons for Its Future Impact, The Second International Conference on Technology Foresight, Tokyo, 2003.
- [17] M. Bengisu etc, “Forecasting Emerging Technologies with the aid of Science and Technology Databases,” *TFSC*, pp.835-844, 2006.
- [18] M. Bengisu, “Critical and Emerging Technologies in Materials, Manufacturing, and Industrial Engineering: A study for priority setting,” *Scientometrics*, pp.473-487, 2003.
- [19] M. Kochupillai and M. A. Smith, “Patent Valuation with Consideration for Emerging Technologies,” *J. of Intellectual Property Rights*, Vol.12, pp.154-164, 2007.
- [20] P. Destatte, Evaluation of Foresight: how to take long term impacts into consideration?, FOR-LEARN Mutual Learning Workshop- Evaluation of Foresight, Brussels, 2007.
- [21] R. Barrell, G. Mason, and M. O'Mahoney, *Productivity, Innovation and Economic Performance*, Cambridge, England: Cambridge University Press, 2000.
- [22] S. Heini, “Recognizing Value Creation Potential: A bibliometric study of successful and unsuccessful technology,” *IEEE*, 2008.
- [23] S. S. Li, M. H. Kang, and L. C. Lee, Developing the Evaluation Framework of Technology Foresight Program: Lesson Learned from European Countries, Atlanta Conference on Science and Innovation Policy, 2009.
- [24] <http://www.isupply.com>

[25] <http://www.ledmarketresearch.com>

[26] <http://www.technologyreview.com>

저 자 소 개

박 영 욱(Young-Wook Park)

정회원



- 2002년 2월 : 포스텍 전자전기공학 학과 졸업(공학석사)
- 2002년 2월 ~ 2005년 6월 : 삼성 전자 선임연구원
- 2005년 6월 ~ 현재 : 한국과학기술정보연구원 선임연구원

<관심분야> : 과학기술정보의 체계적 제공, 유망기술 발굴

홍 성 화(Sung-wha Hong)

정회원

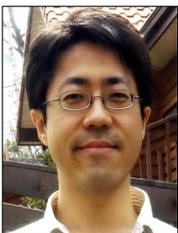


- 1989년 2월 : 부산대학교 금속공학과 졸업(공학석사)
- 1989년 6월 ~ 2000년 : 산업기술정보원 책임연구원
- 2001년 ~ 현재 : 한국과학기술정보연구원 책임연구원

<관심분야> : 미래기술탐색 및 정보분석

이 준 영(Jun-Young Lee)

정회원



- 2001년 2월 : 고려대학교 과학기술학협동과정(이학석사)
- 2008년 2월 : 고려대학교 과학기술학협동과정(박사수료)
- 2001년 5월 ~ 현재 : 한국과학기술정보연구원 선임연구원

<관심분야> : 과학계량학, 지식생산 진화과정 모델링과 다이내믹스 분석

김 강 회(Kang-hoe Kim)

정회원



- 2002년 8월 : 한국외국어대학교 무역학과(석사)
- 2006년 8월 : 한국외국어대학교 무역학과(박사수료)
- 2001년 1월 ~ 현재 : 한국과학기술정보연구원 책임연구원

<관심분야> : 국제공동연구, 정보분석기법, 비즈니스 인텔리전스 연구

여 운 동(Woon-Dong Yeo)

정회원



- 2002년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학석사)
- 2009년 8월 : 고려대학교 컴퓨터학과(박사수료)
- 2002년 4월 ~ 현재 : 한국과학기술정보연구원 선임연구원

<관심분야> : 데이터마이닝, 과학기술 계량정보분석