

네트워크분석과 기술성장모형을 이용한 기술기획 : 증강현실 기술의 특허를 활용하여

김정욱 · 정병기 · 윤장혁[†]

건국대학교 산업공학과

A Technology Planning Approach Based on Network and Growth Curve Analyses : the Case of Augmented Reality Patents

Jungwook Kim · Byeongki Jeong · Janghyeok Yoon

Department of Industrial Engineering, Konkuk University

As technologies' life-cycle shortens and their development directions are uncertain, firms' technology planning capability becomes increasingly important. Prior patent-based studies using technology growth curves identify developmental stages of technologies, thereby formulating technology development directions from an overall perspective. However, a technology generally consists of multiple sub-technologies and accordingly their development stages are likely various. In this regard, the prior studies failed to identify core sub-technologies and their specific development directions. Therefore, we suggest an approach consisting of 1) identifying core sub-technologies of a given technology using patent co-classifications and social network analysis, and 2) identifying each sub-technology's development stage and thereby determining its further development direction. We apply our approach to patents related to augmented reality to examine its applicability. It is expected that our approach will help identify evolving development stages for the core sub-technologies of a given technology, thereby effectively assisting technology experts in technology planning processes.

Keywords: Technology Planning, Patent Co-Classification, Growth Curve, Social Network Analysis, Augmented Reality

1. 서 론

기술수명주기가 점차 짧아지고 기술발전 방향의 불확실성이 높아짐에 따라, 기업의 기술기획 역량이 점차 중요해지고 있다(Jang *et al.*, 2009). 기술기획은 분석대상 기술의 발전단계 파악을 통해 중장기적 기술경쟁력을 강화하기 위해 어떠한 시기에 어떠한 기술개발을 수행해야 하는 지에 대한 방향성을 도출하는 활동을 포함한다(Kauffman *et al.*, 2013). 특히, 하이테크 산업에 속한 기업들은 시장 내 경쟁력을 확보하고 중장기적인 성장을 위해 지속적으로 기술개발에 투자하고 있으며, 경쟁기

업들의 활발한 기술개발로 인하여 기술개발 프로젝트들에 필요한 자금 또한 점차적으로 증가하는 실정이다(Park *et al.*, 2012). 따라서, 제한된 기술개발 투자 자금을 이용하여 중복된 기술개발을 회피하고 향후 주목 받을 기술을 획득할 수 있도록 기술개발의 방향성을 올바르게 설정하는 것이 중요하게 된다.

시장자료, 기술자료, 전문가 견해 등과 같은 다양한 기초자료들은 기술의 발전 수준 도출과 그에 따른 기술기획을 지원하기 위한 기존연구들에 사용되어 왔다. 이러한 기초자료들 중, 특허는 연구개발의 최종 산출물이자 기술개발에 관한 서지정보와 발명내용을 완전히 포함하고 있는 신뢰성 있는 최신의

이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No. 2015R1A1A1A05027889).

[†] 연락저자 : 윤장혁 교수, 05029 서울특별시 광진구 능동로 120 건국대학교 산업공학과, Tel : 02-450-0453, Fax : 02-450-3525,

E-mail : janghyoon@konkuk.ac.kr

2016년 2월 16일 접수; 2016년 5월 20일 수정본 접수; 2016년 6월 11일 게재 확정.

기술자료이다(Kim *et al.*, 2007; Yoon *et al.*, 2011). 특히, 다양한 연구들에서 인용관계, 분류코드, 출원인, 등록일과 같은 서지 정보를 특허데이터로부터 추출하여 특정 기술의 시계열에 따른 전반적인 발전과정을 분석하고 그에 따른 기술개발 방향성을 설정하는데 사용해 왔다.

기술기획 도구들 중, 기술성장모형(Technology Growth Curve)은 특정 기술의 발전단계를 분석하기 위한 대표적인 분석방법이다. 초기 성장모형은 박테리아, 인구, 세포의 개체 수 변화를 추정하기 위해 개발되었으나, 최근에는 시간의 흐름에 따른 특허의 수를 활용하여 분석대상 기술의 성장 단계를 파악하는 연구에도 활용되었다. 폼페르츠, 로지스틱 및 이중 로지스틱 커브 등을 활용하여, 선행연구들은 경쟁기술들간의 대체 시기를 예측하거나(Daim *et al.*, 2006), 이머징(Emerging) 기술들에 대한 특허 수를 예측하였다(Bengisu *et al.*, 2006). 또한 수소 및 연료전지 분야의 성장을 파악하고 그에 따른 특허 전략 수립에 관한 연구를 진행하였으며(Chen *et al.*, 2011), 최근에는 인쇄전자기술의 잔여 수명 및 그에 따른 기술개발 전략을 수립한 연구가 존재한다(Yoon *et al.*, 2014).

성장곡선을 활용하여 기술발전 단계를 분석하는 선행연구들의 기여에도 불구하고, 이들은 분석대상이 되는 기술 전체의 성장 단계만을 분석했다는 측면에서 한계점을 지닌다. 하나의 기술은 복수의 세부기술들로 구성되어 있으며(Han *et al.*, 2010), 이들 각 세부 기술의 성장 속도 및 한계 성장의 정도는 상이할 수 있다. 특히, 시장에 진입하려는 기업에게는 기술 전체의 성장 수준도 중요하지만 어떤 세부 기술이 전체 기술의 발전을 이끌고 있는지, 또 아직 그 중요도에 비해 성장 수준이 미약하여 비교적 용이한 진입을 통해 경쟁력을 갖출 수 있는 세부 기술은 어떤 것인지를 파악하는 과정 또한 중요하다. 이러한 측면에서, 앞서 언급한 선행연구들은 전체 기술의 성장 수준만을 분석하였으며, 따라서 핵심적인 세부 기술분야들에 대한 성장단계를 파악을 통한 기술개발 전략 도출을 지원하기에는 한계점을 지닌다.

따라서, 본 연구는 이러한 한계점을 해결하기 위해 동시분류분석(Co-classification Analysis), 사회 연결망분석(Social Network Analysis : SNA), 기술성장모형을 이용하여 핵심적인 세부 기술들의 발전 수준을 고려한 기술개발 전략을 도출하는 방법을 제시한다. 본 연구는 1) 동시분류분석을 활용하여 특허분류코드상에 나타난 세부기술영역간의 지식흐름을 파악한 후, 2) SNA를 활용하여 각 기술영역의 중요도를 파악함으로써 핵심적인 세부 기술들을 도출하고, 3) 기술성장곡선을 활용하여 각 핵심 세부기술들의 기술 성장단계를 파악하여 각 성장 단계에 맞는 기술개발 전략을 제시한다. 또한 본 연구에서 제안한 방법의 실효성 파악을 위해, 본 연구에서는 증강현실 기술의 특허를 활용하여 제안된 분석절차를 적용하고 세부기술관점의 기술개발 방향을 제시하는 사례연구를 수행한다. 본 연구는 빠르게 변화하는 기술분야에서 기술 내부의 영향관계를 고려하여 핵심 세부기술을 추출하고, 세부 기술 관점에서의 성장

수준 분석을 지원하며, 본 연구의 방법은 기술기획 프로세스에서 전문가의 기술기획 활동을 효과적으로 지원할 것으로 기대된다.

본 연구의 제 2장에서는 이론적 배경인 동시분류분석, SNA, 기술성장곡선에 대해 설명하며, 제 3장에서는 본 연구가 제시하는 연구 절차를 설명한다. 제 4장에서는 증강현실 기술분야에 대해 본 연구의 방법을 적용한 사례연구를 제시하며, 제 5장에서 연구의 결론, 한계점 및 추후 연구에 대해 설명하고자 한다.

2. 이론적 배경

본 연구는 동시분류분석, SNA, 기술성장모형을 활용하여 핵심 세부 기술분야의 발전 수준을 고려한 기술기획 방법을 제시한다. 따라서 본 장에서는 이론적 배경으로 동시분류분석, SNA, 기술성장모형에 대해 설명하고자 한다.

2.1 동시분류분석(Co-classification Analysis)

특허문서는 출원일자, 등록일자, 인용관계, 분류코드, 출원인 등의 다양한 서지정보를 포함하고 있으며 일반적으로 인용관계, 분류코드, 출원인 정보가 특허서지 정보 분석에서 주로 활용되고 있다(An *et al.*, 2016; Kim *et al.*, 2006; Kim *et al.*, 2013; Tijssen, 1992; Wanki, 2014; Yoon *et al.*, 2015). 특히, 분류코드는 특허가 목표로 하는 기술영역을 나타내는 자료로서, 복잡하고 다양한 정보를 담고 있는 특허를 이해하기 쉬운 형태로 분류한 것이다(Kim *et al.*, 2006). 특허 분류코드를 활용한 분석은 하나의 특허가 동시에 여러 개의 분류코드를 포함하는 경우가 다수 존재한다는 것을 활용한다. 하나의 특허가 두 개의 분류코드 혹은 그 이상의 분류코드에 동시에 속한다는 것은 해당 특허를 통해 해당 기술영역들 간의 관계가 발생한 것을 의미하며, 두 기술영역을 동시에 포함하는 특허가 다수 존재한다는 것은 두 기술영역간의 관계가 강하다는 것을 의미한다(Grupp, 1996; Malerba *et al.*, 1998). 따라서, 이러한 관계를 가지는 특허 정보를 이용하여 기술영역간의 관계를 파악하고, 기술 영역내의 지식흐름을 분석하는 것이 특허 동시분류분석이다(Verspagen, 1997).

본 연구가 활용하는 분류체계인USPC(United States Patent Classification)는 주요분류코드(Main)와 보조분류코드(Sub)로 나뉜다. 주요분류코드는 특허가 직접적으로 목표하는 핵심적인 기술영역을 나타내며, 보조분류코드는 특허와 연관이 있을 수 있는 기술영역이나 혹은 특허가 추후 적용될 수 있는 기술영역을 나타낸다. 동시분류분석에서 USPC의 주요분류코드는 기술지식을 생산해내며, 보조분류코드는 생산된 기술지식을 수용한다는 가정을 기반으로 분석이 이루어진다(Park *et al.*, 2014). 동시분류분석에 있어 이와 같은 관점은 기존의 특허분석 연구에서 다양하게 활용되어 왔다. 특히 USPC를 활용한 동시분류분석은 시간에 따라 변화하는 특허 간 인용관계 분석을

대신하여 기술영역간 지식의 흐름을 측정하기 위한 연구에서 활용되고 있다. 동시 분류분석을 활용하여 태양전지 연구의 학제간 다양성을 분석하고 태양전지 기술분야의 구조를 파악하여 기술발전의 방향을 분석한 연구가 존재하며(Kim *et al.*, 2011), An *et al.*(2016)이외에도 에너지 연구분야에 대한 학제간 구조의 품질 평가를 위하여 특허동시 분류분석을 활용하여 해당 과학 기술분야를 분석한 연구가 있었다(Tijssen, 1992). 또한, 최근에는 특허동시분류분석과 DEMATEL을 활용하여 한국기술의 융합성 및 파급성을 분석하는 연구를 진행하였다(Yoon *et al.*, 2015).

이러한 선행연구들로부터 특허동시 분류분석의 유용성을 확인할 수 있으며, 특히 최신의 특허를 사용하여 분석대상의 특허가 후행특허에 의해 인용될 시간적 기회가 충분치 않은 경우 혹은 한국의 특허 데이터와 같이 인용정보가 필수적이지 않아 인용데이터가 충분하지 않은 경우에 기술지식흐름을 측정하기 위하여 활용됨을 확인할 수 있었다. 따라서 본 연구는 최신의 기술영역간 지식흐름 분석에 유용하며, 다양한 특허상황에 활용이 가능한 특허동시 분류분석을 활용하여 분석을 진행하고자 한다.

2.2 사회 연결망분석(Social Network Analysis : SNA)

SNA는 상호간의 연관관계가 존재하는 구성요소들 간의 방향성과 연관관계강도를 측정하고, 이를 시각화하여 각 요소간의 관계나 특징을 파악하는 기법이다(Wasserman *et al.*, 1994). SNA의 결과물은 구성요소간의 네트워크를 시각화 한 형태로 나타나며, 이는 데이터 자체만으로는 알기 어려운 구성요소간의 연결관계를 보여준다. 시각화된 네트워크를 통하여 분석자는 구성요소간의 전체적인 연결패턴과 부분적인 연결패턴을 확인할 수 있으며, 다른 구성요소에 많은 영향을 끼치는 구성요소를 찾을 수 있다(Sie *et al.*, 2012). 특히 SNA의 중심성지표는 하나의 구성요소가 전체 연결망 내에서 중심에 위치하는 정도를 나타내는 지표로, 네트워크 내에서 영향력이 큰 구성요소를 찾기 위한 지표이다. 중심을 정의하는 관점에 따라 다양한 중심성지표가 정의되며, 대표적인 중심성지표로 연결중심성, 근접중심성, 매개중심성이 있다(Freeman 1979; Kim *et al.*, 2011). 연결중심성은 각 구성요소와 직접적으로 연결된 구성요소의 수를 나타내는 지표로 하나의 구성요소에 연결된 다른 구성요소의 수를 의미한다. 근접중심성은 하나의 구성요소로부터 다른 모든 구성요소간 최단거리의 합의 역수를 활용하며, 따라서 근접중심성이 높은 구성요소는 타 구성요소에 영향력을 전달하기 용이한 것으로 해석된다. 매개중심성은 모든 구성요소간의 최단거리 연결경로 중 분석 대상의 구성요소가 포함되는 비율을 나타내는 지표로 네트워크 내에서 해당 구성요소의 매개성을 보여주는 지표이다.

SNA는 주로 사회과학 영역에서 널리 사용되어 왔으나, 대량의 특허정보가 데이터베이스에 축적됨에 따라 특허의 서지

정보를 활용하여 분석하는 연구들에도 널리 활용되고 있다. 특허문서는 기술정보를 포함하고 있으므로 특허정보를 기반으로 SNA를 진행하는 경우 유사한 구성요소의 집합을 통하여 기술군의 특성을 파악할 수 있으며, 중심성을 활용하여 기술의 중요성을 정량적으로 산출할 수 있다(Yoon *et al.*, 2011). 특히, 특허의 서지정보 중 특허의 인과관계를 나타내는 인용정보나 특허 내에서 동시에 나타나는 출원인과 분류체계는 특허간의 연관관계를 나타낼 수 있으므로 SNA에 적용가능하다.

다양한 기존의 연구에서 특허 정보에 기반한 SNA이 진행되었다. Choi *et al.*(2011)는 기술 예측을 위하여 특허 내에서 동시 출현하는 키워드간의 연결분석을 통하여 중심 및 융합 키워드 기반의 새로운 특허를 생성하는 연구를 진행하였으며, Park *et al.*(2013)는 특허의 인용관계를 기반으로 기업을 구성요소로 SNA를 진행하여 기업의 중심성 정도와 기업의 순이익을 비교하여 중심성인 높을수록 순이익이 높다는 연구결과를 도출하였다. Choi *et al.*(2011)는 특허 내에서 동시 출현하는 기능을 나타내는 방법인 Subject-Action-Object(SAO)를 추출하고 SNA를 진행하여 하나의 기술 분야에 대한 핵심 기술컨셉들을 발굴하였다.

본 연구는 특허 분류코드를 구성요소로 정의하고 특허 내에서 동시 출현하는 분류코드 정보를 SNA에 적용하여 각 특허 분류코드의 중심성지표를 산출한다. 산출된 중심성지표는 해당 기술 영역에서 각 특허 분류코드의 중요도를 나타내므로 중심성지표가 높은 특허 분류코드를 성장곡선 모델에 적용하게 될 경우, 핵심 세부기술의 현재 발전상황 및 성장성예측을 진행할 수 있다.

2.3 기술성장모형 (Technology Growth Model)

성장모형은 대표적인 시그모이드(Sigmoid) 함수의 일종으로 생물의 개체 수 증가가 S자의 곡선형태를 띤다는 실증적 연구로부터 개발된 분석 모형이다. 따라서 초기의 성장모형은 생물학과 사회학 영역에서 박테리아나 인구 수의 증가를 예측하기 위해 주로 사용되었으며, 최근에는 시간의 흐름에 따른 특허 수 변화를 활용하여 기술의 수명주기 분석과 성장단계를 측정하기 위한 연구에도 활용되고 있다(Harell *et al.*, 2009; Jung, 2009; Young, 1993).

일반적으로 기술의 성장은 S곡선의 형태로 발전한다. 기술개발의 초기 단계에는 오직 소수의 연구원이 개발에 참여하며, 기술개발과 관련한 전반적인 장애가 해결되어야 하기 때문에 기술개발이 완만하게 이루어진다. 이후 기술의 미래 활용가능성이 제안되고 기술적, 재정적 지원이 증가됨에 따라 기술의 발전속도가 급속하게 가속화 되는 성장기를 지나며, 최종적으로 기술기회가 대부분 소진되어 점차 기술발전은 한계점에 다다르게 된다(Kim *et al.*, 2009). 따라서, 전략적인 R&D에 있어 이러한 기술의 성장 단계를 사전에 예측한 자료는 매우 유용하게 활용된다.

기술의 성장 단계를 예측하기 위한 모형은 Logistic 모형, Gompertz 모형, Bass 모형, Fisher-Pry 등 다양한 모형이 존재한다(Bengisu *et al.*, 2006). 이들 각 모형은 과거 분석대상이 발전해온 경로와 앞으로 발전해나갈 경로 간의 관계 설정방법에서 차이점을 보이며, 분석대상의 특성에 따라 적합한 모형이 선택될 수 있다. 일반적으로 기술의 수명주기나 발전정도를 파악하기 위한 경우, Logistic 모형 혹은 Gompertz 모형이 사용된다(Carrillo *et al.*, 2002; Wong *et al.*, 2010). Logistic 모형은 전체 곡선에서 변곡점이 중앙에 위치하고 변곡점을 중심으로 대칭성을 띄는 모형이라는 특징을 가지며, 조사대상의 발전속도가 과거의 발전 정도와 앞으로의 발전양상 모두에게서 영향을 받을 경우 사용된다. 또한, Gompertz 모형은 변곡점이 전체 곡선에서 약 1/3지점에 위치하며 변곡점을 중심으로 왼쪽으로 치우친 비대칭모형이라는 특징을 가지며, 조사대상의 발전속도가 과거의 발전양상보다는 앞으로의 발전할 모습에 영향을 받을 경우 사용된다(Han *et al.*, 2010).

기존의 다양한 연구에서 이들 모형을 활용하여 기술의 성장 단계를 파악하였다. Chen *et al.*(2011)는 수소 및 연료전지기술의 성장성을 파악하고 그에 따른 특허전략을 수립하기 위하여 Logistic 모형을 사용하였으며, Trappey *et al.*(2011)는 중국 내 RFID기술의 성장 단계를 분석하고 틈새시장을 발견하기 위하여 Logistic 모형을 사용하였다. 또한 Daim *et al.*(2006)는 경쟁 기술들간의 대체시기를 예측하기 위하여 Gompertz 모형을 사용하였으며, Yoon *et al.*(2014)는 인쇄전자기술의 잔여수명과 성장성을 분석하기 위하여 Gompertz 모형을 사용하고 정량적인 분석을 진행하기 위한 성장성분석 지표들을 제시하였다.

본 연구는 세부기술의 성장단계를 고려한 기술개발전략을 수립하기 위하여(Yoon *et al.*, 2014)가 제시한 성장성 지표들을 활용하여 정량적인 기술 성장성분석을 실시하고 개별 세부기술에 대한 기술개발전략을 수립하고자 한다.

3. 분석 모형

본 연구가 제시하는 분석 모형은 <Figure 1>의 절차를 따른다. 먼저, 분석대상기술과 관련한 특허 정보를 수집하여 각 특허의 분류코드를 구분하는 전처리를 진행한 후, 동시분류분석을 통하여 특허 분류코드로 대표되는 세부기술 영역간의 지식흐름을 파악하고 이를 벡터로 산출한다. 다음으로 산출된 기술 지식흐름벡터에 SNA를 적용하여 각 세부기술간의 영향관계를 시각화하고 영향력이 높은 세부기술을 파악한다. 마지막으로 영향력이 큰 핵심 세부기술들에 대해 기술성장성 분석을 진행하여 성장잠재성을 파악하고, 성장성과 영향력을 동시에 고려한 기술개발 전략을 제시한다.

3.1 특허수집 및 전처리

분석을 위해, 본 연구는 대상기술영역과 관련된 특허정보를

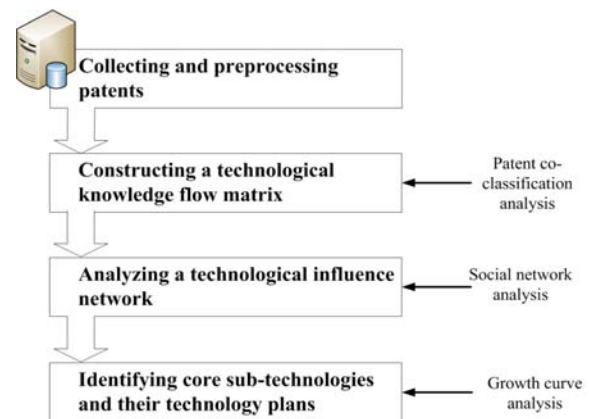


Figure 1. Research procedure

수집하는 과정을 가장 먼저 진행한다. 수집된 각 특허는 제목, 출원인, 등록일, 분류코드, 요약문 등의 다양한 서지정보를 지니고 있으며, 이러한 특허정보는 USTPO(<http://patft.uspto.gov>), KIPRIS(<http://www.kipris.or.kr>), WIPSON(<http://www.wipson.com>)과 같은 특허검색 웹서비스를 통해 검색하고 해당 정보를 수집하는 것이 가능하다.

본 연구가 제시하고 있는 분석 방법론은 실제 활용되는 기술간의 영향력과 기술의 성장성을 분석하는 방법이므로 기술적으로 유의한 특허를 활용하여 분석을 실시해야 한다. 단순출원 상태의 특허인 경우 기술적으로 유의성을 인정받았음을 판단하기 힘들며, 디자인특허의 경우 기술적 지식을 포함하는 것으로 판단하기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 디자인특허와 출원특허를 제외하고 등록이 완료된 특허만을 사용하여 분석을 실시한다.

이후 세부기술영역간의 지식흐름을 측정하기 위하여 특허 데이터의 전처리 과정을 진행한다. 기술영역간 지식흐름을 분석하는 동시분류분석을 진행하기 위하여 먼저 각 특허가 가진 USPC 코드추출이 선행되어야 한다. USPC 코드는 특허의 지식이 직접적으로 목표하는 기술영역을 나타내는 주요 USPC 코드와, 특허의 지식이 활용될 수 있는 기술영역 혹은 간접적으로 목표하는 기술영역을 나타내는 보조 USPC 코드로 구분된다. USPC 시스템에서는 특허별 분류코드의 목록에서 첫 번째로 나타나는 코드가 주요 USPC 코드이며, 이후 나타나는 코드들이 보조 USPC 코드이다. 따라서 분류코드로 대변되는 기술영역간의 지식흐름을 파악하기 위하여, 각 특허의 주요 분류코드와 보조 분류코드를 분류함으로써 동시분류분석을 위한 전처리 과정을 마친다.

3.2 기술지식흐름 벡터 형성

본 단계에서는 특허 분류코드의 동시분류분석을 활용하여 세부기술영역간의 기술 지식흐름벡터를 생성한다. 본 연구가 활용하는 USPC 코드는 각각 세 자리 숫자에 해당하는 클래스와 서브클래스로 구성된다. 클래스는 특허가 목표로 하는 기

술영역을 나타내며, 서브클래스는 클래스가 나타내는 기술영역을 구조적, 절차적, 기능적 특징으로 구분하여 더욱 세밀한 기술영역으로 분류한다(Lee *et al.*, 2009).

특허 분류코드를 활용하여 기술분석을 실시 할 경우, 세 자리 숫자에 해당하는 클래스 레벨의 분류코드는 각 세부기술의 특징을 충분히 설명하는 것으로 알려져 있다(Jung 2009). 본 연구에서는 클래스레벨의 특허분류코드를 활용하여 세부기술을 나타내었으며, 세부기술영역간의 지식흐름을 분석한다. 예를 들어, <Figure 2>와 같이 특허 A가 427/715, 427/22R, 118/723, 463/025, 215/034의 분류코드를 지니고 있을 때, 특허 A가 클래스단위에서 연관된 기술영역은 U427(COATING PROCESSES), U118(COATING APPARATUS), U463(AMUSEMENT DEVICES : GAMES), U215(BOTTLES AND JARS)이며, 이때 동일 클래스 내부에서 발생하는 지식의 흐름은 유사한 지식간의 흐름이므로 분석에서 생략된다. 특허 A의 주요분류코드는 U427이며 보조분류코드는 U118, U463, U215이다. 따라서 특허 A 내부의 지식흐름은 주요분류코드에서 보조분류코드로 총 3번의 기술 지식흐름이 발생하였다. 이를 특허데이터 전체에 적용하여, 각 특허의 기술지식흐름을 측정함으로써 세부기술영역간의 기술지식흐름 벡터를 형성할 수 있다.

3.3 기술영향력 네트워크 형성 및 분석

본 단계에서는 SNA를 활용하여 분류코드간의 연관관계를 시각화하고 중심성지표를 산출한다. 이를 위해 NetMiner, UCINET, Pajek과 같은 SNA 소프트웨어를 활용할 수 있다. SNA 소프트웨어들은 네트워크를 시각화하여 보여주는 기능을 지니며, 이는 분석자가 데이터만으로는 인식하기 힘들었던 전체적인 경향과 국소적인 경향을 알 수 있도록 지원할 뿐만 아니라 분석지표의 산출을 통해 네트워크의 정량적 분석을 돕는다.

본 연구는 구성요소 즉 분류코드의 중요도를 파악하기 위해 SNA에서 활용되는 지표인 근접중심성(Closeness Centrality)을 활용하여 기술영향력 네트워크를 분석한다. 연결중심성이나 매개중심성은 각각 직접 연결된 링크와 최단거리의 링크만을 이용하여 부분적인 영향관계를 고려한다. 따라서 본 연구는 간접적이고 장기적인 영향관계를 모두 고려할 수 있는 근접중심성지표를 활용한다. 근접중심성지표는 구성요소가 다른 모든 구성요소와 연결된 최단거리의 합을 계산한 지표로, 정규화된 근접중심성 값을 구하는 식은 식 (1) 같다. $d(i, j)$ 는 구성요소 i 에서 j 에 이르는 경로의 최단거리를 나타내며, N 은 네트워크 내의 전체 노드의 수를 나타낸다. 근접중심성지표는 네

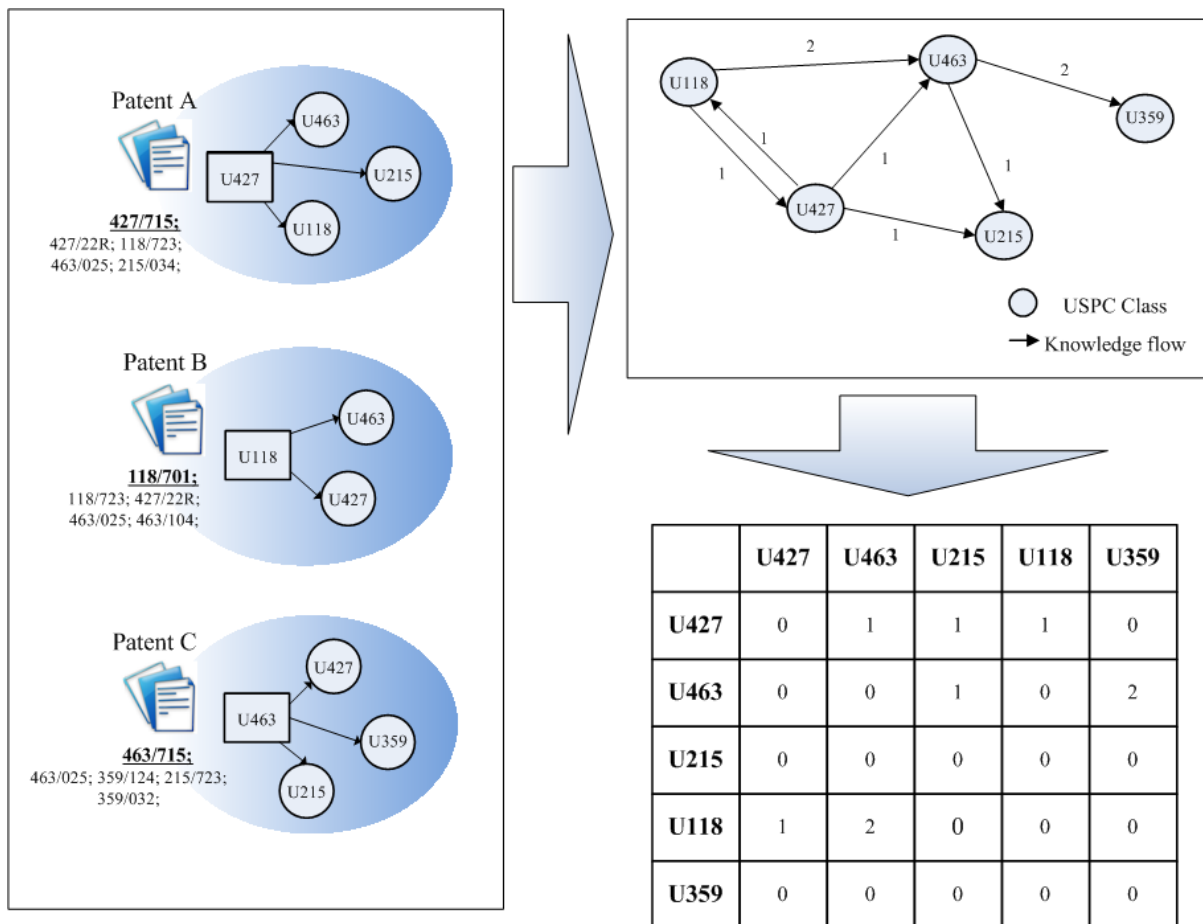


Figure 2. Concepts of generating technological knowledge flow matrices

트위크 내에서 연결관계의 중심이 되는 지표를 찾기 위하여 주로 사용된다.

$$C_i = (N-1) \left[\sum_{j=1}^N d(i, j) \right]^{-1} \quad (1)$$

특히, 방향성이 있는 연결관계를 지니는 네트워크에서 근접 중심성은 내향근접성, 외향근접성으로 구분된다. 내향근접성은 다른 구성요소들이 해당 구성요소로 도착하기까지의 거리를 활용하여 측정되며, 외향근접성은 해당 구성요소가 다른 구성요소에 도착하기까지의 거리를 활용하여 측정된다. 이를 기술지식 네트워크 관점에서 해석하면 내향근접성이 높은 기술영역은 타 기술영역에서 지식을 많이 흡수하고 있는 응용 기술영역으로 볼 수 있으며, 외향근접성이 높은 기술영역은 타 기술영역에 지식을 전파하고 있는 핵심 기술 혹은 원천 기술로 해석된다. 따라서 본 연구에서는 핵심 기술영역의 판단을 위해 외향 근접성을 사용하며, 외향근접성이 높은 핵심기술에 대해 성장성분석을 진행하게 된다.

3.4 기술성장성 분석

앞선 단계에서 타 세부기술 영역에 지식 전달이 활발한, 즉 영향력이 높은 핵심 세부기술들을 파악하였다면, 본 단계에서는 이들 핵심 세부기술들의 각기 다른 성장잠재성을 파악하기 위하여 기술성장성 분석을 실시하고, 그에 따른 기술개발 전략을 제시한다. 본 연구에서는 기술의 성장성을 분석하기 위하여 로지스틱 모델을 활용한다. 앞서 언급한 바와 같이 로지스틱 모델은 과거와 미래의 상관관계가 뚜렷한 기술의 성장성을 예측할 경우 주로 사용되며, 본 연구는 시간의 흐름에 따른 기술간의 지식흐름을 분석하여 핵심기술을 추출함으로써 과거와 미래의 상관관계가 뚜렷한 기술을 분석대상으로 한다. 따라서 로지스틱 모델은 본 연구가 진행하는 성장성분석에 적절한 모델로서 판단된다. 로지스틱 모델은 식 (2)와 같이 정의되며, 3가지 계수 M, a, b에 의하여 곡선의 형태가 결정된다. M은 성장곡선의 최댓값인 점근선을 결정하며, a와 b는 각 곡선의 위치와 곡선의 기울기를 결정한다.

$$T_t = \frac{M}{1 + ae^{-bt}} \quad (2)$$

세밀한 성장모형의 분석을 위하여 성장성을 나타내는 지표를 활용하여 정량적인 분석이 가능하다(<Figure 3> 참고). 본 연구에서는 곡선의 점근선 M과 현재의 특허 수 M_{now} 를 활용하여 기술 성숙도를 나타내는 지표 TMR(Technological maturity ratio)과 미래에 출원될 잠재 특허 수를 의미하는 지표 PPA(Potential patents to appear)를 분석한다. 또 기술의 잔존 수명을 예측하기 위하여 기술분야의 특허수가 점근선의 k%($0 \leq k \leq 100$) 만큼 등록된 시점을 기술의 수명이라 정의하고 그 잔여 기간을 나타내는 지표 ERL(Expected residual life)을 분석한다(Yoon et al., 2014). 기술의 수명을 정하기 위한 k%는 기술분석자의 관점에 따라 다양할 수 있으며, 본 연구에서는 95%의 기술이 등록된 시점을 기술수명이라 정의하여 분석을 진행하였다.

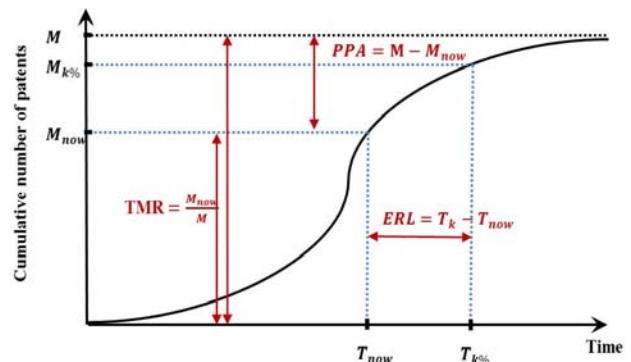


Figure 3. Indexes for technology growth analysis(Yoon et al., 2014)

성장성분석을 통하여 세부기술의 각기 다른 성장 단계를 분석할 수 있으며, 기술수명주기이론에 기반한 기술의 각 성장단계별 적절한 개발전략을 수립할 수 있다(<Figure 4> 참조). 기술의 성장단계는 도입기-성장기-성숙기-쇠퇴기, 총 4단계로 정의된다. S곡선의 변곡점을 기점으로 도입기, 성장기와 성숙기, 쇠퇴기로 분류된다. 하지만 성장모형의 종류에 따라 변곡점의 위치나 대칭성 등 수리적 특징이 다양하기 때문에, 각 시기를

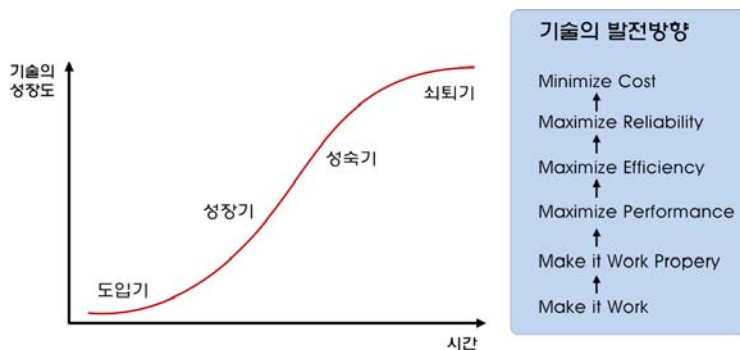


Figure 4. Technology development direction by growth stage

분리하는 일관된 수치는 존재하지 않으며 따라서 성장 단계의 구분에는 분석자의 직관적 판단이 필요하다. 초기 완만한 기술기를 보일 때를 도입기로 판단하며, 도입기에는 R&D 노력에 비해 기술의 성장속도가 더디다(Ernst, 1997). 점점 기술기가 상승하여 변곡점에 다다른 지점을 성장기로 판단한다. 또한 변곡점을 지난 시점을 성숙기로 판단하며, 기술기가 감소하여 성장의 최댓값에 다다를 때 쇠퇴기라 판단한다(Modis, 2007).

기술의 성장단계에 따라 추후 기술의 발전방향이 다른 양상을 띤다(Noh et al., 2013). 도입기에는 기술의 기본적인 기능구현과 그 기능의 작동성 여부에 초점을 맞춰 기술이 발전하게 된다. 성장기에는 기술의 성능을 최대화하며 성장기의 후반부에는 제품의 효율성을 최대화하는 방향으로 기술이 발전한다. 성숙기에는 기술의 신뢰성과 안전성 향상을 위하여 기술이 발전하며, 쇠퇴기에는 이미 개발 가능한 기술이 대부분 개발 완료된 상황이므로 생산가격을 낮추기 위한 기술이 발전하게 된다. 따라서, 본 연구에서는 기술성장분석을 통하여 각 세부기술영역의 성장단계를 파악하고, 이에 따른 성장방향을 제시하고자 한다(Baek et al., 2013; Mann, 2002).

4. 사례연구

본 장에서는 증강현실(Augmented Reality) 기술을 대상으로 본 연구가 제시한 접근방법을 적용한다. 증강현실이란 가상 현실 기술의 한 분야로 기존의 가상현실 기술이 실제로 존재하지 않는 완전한 가상세계를 보여주는 기술임에 반해, 증강현실 기술은 사용자가 눈으로 볼 수 있는 현실세계를 기반으로 하여 가상적인 정보를 부가적으로 제공하는 혼합된 현실을 보여주는 기술이다(Feiner et al., 1993). 다시 말하면 가상현실은 현실 세계를 대체하여 사용자에게 제공하지만 증강현실은 현실세계에 가상의 물체를 중첩함으로써 현실 세계를 보강하여 사용자에게 제공한다. 따라서 증강현실은 실시간으로 사용자가 실제 환경을 볼 수 있게 하여 가상현실 기술에 비해 보다 나은 현실감과 부가정보를 제공하며, 사용자와의 상호작용이 가능하도록 만들어 준다(Azuma 1997). 최근 ICT 기술의 발달로 증강현실기술을 활용한 제품이 의료, 광고, 게임 등 점점 더 다양한 분야에서 출시되고 있다(Van Krevelen et al., 2010; Zhou et al., 2008).

4.1 특허의 수집 및 전처리

본 연구는 USPTO(United States Patents and Trademark Office)에 존재하는 증강현실관련 특허를 수집하여 사례연구를 진행하였다. 특허문서를 수집하기 위하여 특허검색 사이트인 WIPSON을 활용하였으며, 증강현실관련 특허가 처음 출원된 1974년부터 2015년 까지 총 7,726개의 초기 특허집합을 구성하였다. 그러나, 특허검색의 결과는 조사대상 분야와 관련이 없는 특허인 노이즈특허를 포함할 수 있으므로 개별검토를 통해 총 4,162개의

AR관련 유효 특허들을 정리하였다. 다음으로, 본 연구는 기술적으로 유의하다고 판단되는 등록특허만을 활용하여 분석을 진행하기 위하여 출원상태의 특허와 기술적 지식을 포함하고 있지 않은 디자인특허를 분석대상에서 제거하였다. 또한 일반적으로 특허가 등록되기 위하여 1.5년~2년의 시간이 소요됨을 고려하여 분석대상 특성을 2013년까지 출원된 등록특허로 제한하였다. 그 결과 총 1719개의 최종적인 분석대상 특허를 수집하였으며, 출원년도에 따른 특허수는 <Figure 5> 및 <Table 1>과 같다. 증강현실 기술은 1974년 특허를 시작으로 하여 꾸준히 특허 출원수가 증가해왔으며, 1990년대 중반 이후 기술개발이 본격적으로 진행되고 있음을 알 수 있었다.

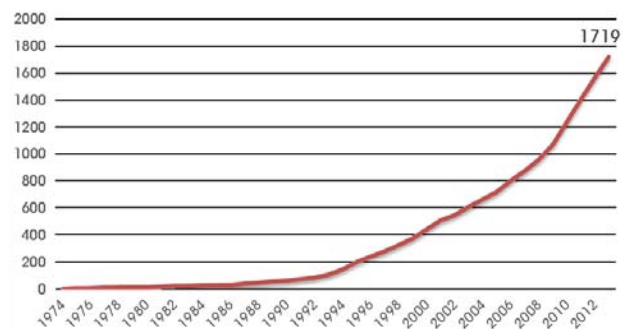


Figure 5. The cumulative number of patent applications in augmented reality

Table 1. Annual patent applications in augmented reality

Year	# of patents	Ratio	Year	# of patents	Ratio
1974	2	0.12%	1994	35	2.04%
1975	3	0.17%	1995	56	3.26%
1976	2	0.12%	1996	41	2.39%
1977	4	0.23%	1997	39	2.27%
1978	0	0.00%	1998	44	2.56%
1979	1	0.06%	1999	52	3.03%
1980	0	0.00%	2000	66	3.84%
1981	8	0.47%	2001	65	3.78%
1982	3	0.17%	2002	42	2.44%
1983	2	0.12%	2003	58	3.37%
1984	4	0.23%	2004	56	3.26%
1985	0	0.00%	2005	60	3.49%
1986	2	0.12%	2006	80	4.65%
1987	7	0.41%	2007	73	4.25%
1988	7	0.41%	2008	86	5.00%
1989	10	0.58%	2009	116	6.75%
1990	8	0.47%	2010	167	9.71%
1991	9	0.52%	2011	172	10.01%
1992	14	0.81%	2012	167	9.71%
1993	23	1.34%	2013	135	7.85%
			Total	1719	100.00%

수집된 특허를 동시분류분석하기에 앞서, 특허의 주요분류 코드와 보조분류코드를 구분하는 전처리과정을 진행하였으며, <Table 2>와 같이 주요분류코드에 따른 등록특허 수를 분석하였다. 상위 20개 기술영역 중 U345는 가장 많은 특허가 포함된 기술영역으로 나타났으며, 상위 3개 기술영역만으로 총 특허의 56%를 담당하고, 20개의 기술영역은 무려 90%의 특허를 담당하고 있다. 이를 통하여 기술적 집중도가 높음을 예상할 수 있다.

4.2 기술지식흐름행렬 생성

전처리된 특허자료를 활용하여 세부기술 간 지식흐름을 파악하기 위하여 동시분류분석을 진행하였으며, <Figure 6>과 같이 클래스 단위로 나타난 세부기술영역간의 기술지식흐름 행렬이 생성되었다. $F_{345,348}$ 은 US 345 기술영역에서 US 348 기술영역으로의 지식흐름이 87번 발생하였음을 나타낸다. 또한

증강현실기술에서 세부기술영역은 총 108개 분야로 나타났으며, 각 세부기술영역간의 기술지식흐름은 총 1863번 존재하였다. 기술지식의 전달이 활발이 일어난 기술영역은 U345(Computer graphics processing and selective visual display systems), U382(Image analysis), U359(Optical : systems and elements)가 존재하였으며, 각각 545번, 195번, 179번의 기술지식 전달이 존재하였다. 반대로 가장 빈번히 기술지식을 전달받은 기술영역으로는 U345, U359, U348(Television) 이 존재하였으며, 각각 316번, 225번, 192번의 기술지식수용이 존재하였다.

4.3 기술영향력 네트워크

시각화된 네트워크를 통한 세부기술영역간의 직관적인 관계 파악 및 네트워크 지표를 활용한 영향관계의 정밀한 분석을 위하여 SNA 소프트웨어 NetMiner를 활용하여 네트워크분석을 진행하였다. 일반적으로 연결망의 복잡도가 너무 높아 시각

Table 2. The number of patents by USPC class

Rank	USPC Class	# of patents	Ratio(%)	Rank	USPC Class	# of patents	Ratio(%)
1	345	490	28.60%	11	715	28	1.63%
2	382	241	14.07%	12	434	24	1.40%
3	359	233	13.60%	13	707	24	1.40%
4	348	130	7.59%	14	353	22	1.28%
5	455	59	3.44%	15	358	21	1.23%
6	351	48	2.80%	16	702	20	1.17%
7	701	38	2.22%	17	350	16	0.93%
8	463	34	1.98%	18	709	16	0.93%
9	340	33	1.93%	19	703	13	0.76%
10	600	33	1.93%	20	349	12	0.70%
Subtotal : top 20classes						1,339	78.17%
Subtotal : other 88classes						374	21.83%
Total : all 108classes						1,713	100.00%

분류코드	340	341	342	343	345	346	348	349	350	351	352	353	356	357	358
328	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
338	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
340	0	1	3	0	13	0	1	0	3	0	0	2	0	0	6
341	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
342	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
343	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
345	25	0	0	3	0	0	87	30	0	15	0	10	0	0	2
346	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
348	1	0	0	0	37	0	0	0	1	0	1	0	0	0	6
349	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
350	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	11
351	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
352	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
353	0	0	0	0	10	0	4	3	0	1	0	0	1	0	0
356	0	0	10	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
357	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
358	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0
359	2	0	0	0	93	0	19	20	0	10	0	16	1	2	0
361	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
362	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
364	5	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	1	1	0	2

Figure 6. The technological knowledge flow matrix among USPC classes

적 이해가 어려운 경우 Cut-off 값을 적용하여 연관관계가 낮은 연결은 제거하여 보다 효과적인 시각화가 가능하다. 본 연구에서는 네트워크 지표를 산정하기 위한 분석에서는 모든 연관관계를 사용하였으나, 시각화된 분석의 경우 정성적인 분석을 위하여 연결강도가 4 미만인 연관관계는 Cut-off를 적용하였다.

NetMiner를 활용하여 증강현실의 세부기술 영역간의 영향력 네트워크를 <Figure 7>과 같이 생성할 수 있다. 각 노드는 클래스레벨의 USPC를 표현하고 있으며, 링크는 각 노드 간의 기술지식흐름을 나타낸다. 기술영향력 네트워크 상에서 두겹게 표시된 링크는 해당 링크가 연결된 USPC 간의 동시분류된 특허의 수가 많다는 것을 의미하며, 링크의 방향은 기술지식의 전달 방향을 의미한다. 시각적 분석을 통하여 A로 표시된 타 기술영역과 지식의 교류가 활발한 기술영역 U345, U359, U382, U348을 확인할 수 있다. 이들 영역은 차례로 각각 31개, 26개, 15개, 19개 기술영역에서 지식을 수용하고 있으며 38개, 23개, 15개, 29개 기술영역에 지식을 전달하고 있다. 또 이들간의 상호관계 역시 쌍방향으로 지식을 전달하고 있으며 A영역에서 볼 수 있듯이 활발한 기술교류가 이루어지고 있다. 따라서 이들 기술영역들은 증강현실기술영역에서 다양한 세부기술들과 인접하여 연구개발 되고 있는 기술분야로 짐작할 수 있으며, 확인결과 이들 기술영역은 헤드업 디스플레이 및 영상처리와 같은 증강현실관련 핵심기술영역에 속하였다. 또한 B영역으로 나타난 U600(Surgery)의 경우에는 기술지식을 수용하

기보다는 주로 기술지식을 전달해주는 역할을 하고 있는 것으로 나타났다. 이는 의료분야의 기술이 증강현실분야와 결합되어 활용되고 있음을 반영한다.

시각화된 기술영향력 네트워크 맵을 통하여 각 세부기술영역간의 영향관계를 직관적으로 파악할 수 있지만, 지식의 전달횟수에 기반한 정량적인 기술영역의 중요도를 파악하고 분석하기 위해서는 중심성지표를 도입하여 분석을 진행할 필요성이 있다. 본 연구에서는 타 기술영역으로의 지식전달이 활발한 기술영역을 영향력이 큰 핵심적인 세부기술영역으로 인식하므로, 증강현실과 관련된 세부기술영역이 다른 기술영역에 미치는 영향력을 알아보기 위하여 외향근접성지표를 측정하였다.

<Table 3>에 나타난 기술영역은 높은 외향근접성을 지닌 기술영역을 상위 20개까지 나타낸 것으로, 앞서 제시한 등록특허 수가 많은 기술영역 20개와 동일한 기술영역이 상당수 존재하지만 몇몇 기술영역에서는 그 순위를 달리한다. U345와 U382는 등록특허 수와 외향근접성 모두 1, 2순위에 등록되어 있다. 이는 전체적인 기술지식 네트워크 관점에서 두 기술영역이 양적, 질적으로 가장 활발하게 지식의 흐름이 발생하는 기술영역을 나타낸다. 실제로 U345는 컴퓨터그래픽과 시각화를 담당하는 기술영역으로 기계가 인식한 정보를 시각화 시켜주는 기술을 담당하는 기술영역이며, U382는 현실의 정보를 컴퓨터가 인식할 수 있도록 처리하는 이미지처리 기술영역으로 증

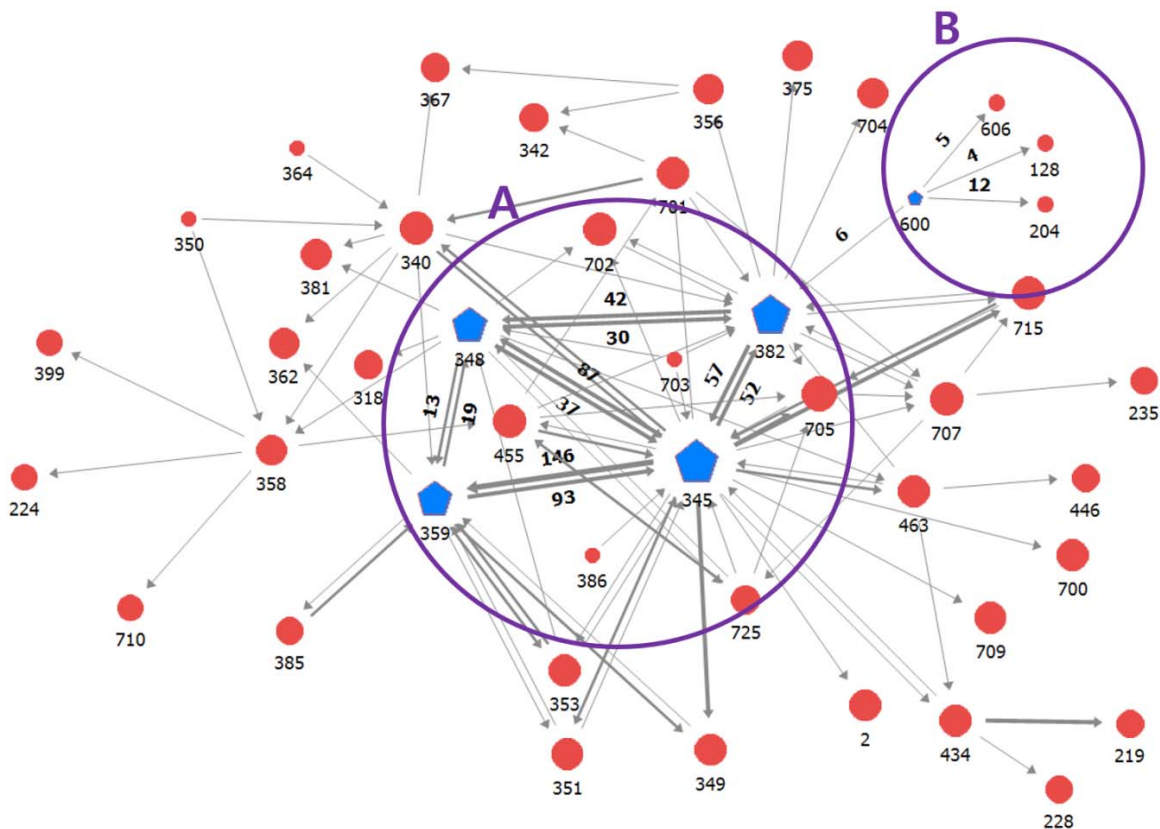


Figure 7. The technology impact network(cut-off = 4)

Table 3. Top 20 USPC classes with high out-closeness centrality

Rank	USPC Class	Out-closeness	Rank	USPC Class	Out-closeness
1	345	0.533742	11	600	0.390871
2	382	0.483703	12	463	0.390871
3	348	0.471906	13	701	0.390871
4	340	0.442243	14	358	0.388907
5	703	0.425234	15	351	0.385037
6	455	0.416089	16	707	0.381244
7	702	0.413864	17	353	0.372079
8	434	0.400998	18	709	0.370299
9	359	0.400998	19	725	0.361647
10	364	0.392855	20	715	0.361647

강현실의 핵심적인 기술영역이다. U359, U351(Optics: eye examining, vision testing and correcting)의 경우 등록된 특허의 수는 3위, 6위로 나타났으나 외향근접성은 상대적으로 낮은 9위, 15위로 나타난다. 이는 위와 같은 기술영역은 양적으로 많은 기술들이 등록되어 있으나, 타 기술영역에 끼치는 영향력은 상대적으로 미약한 기술영역임을 의미한다. 실제로 이들 영역은 광학과 관련된 기술영역으로 사용자의 시각을 트래킹하는 기술과 관련한 개발이 주를 이루고 있었으며, 타 기술영역과의 지식 교류보다는 단일 세부기술 내에서 지식흐름이 활발한 것으로 나타났다. 반면에 U340(Communications : electrical) U703(Data processing : structural design, modeling, simulation, and emulation)의 경우 외향근접성의 순위는 4위, 5위로 나타나 등록 특허의 순위인 9위, 19위에 비해 상대적으로 높은 순위를 보였

다. 이들 기술영역은 양적 규모에 비하여 타 기술영역에 지식 전달이 활발한 기술영역으로 판단된다. 실제로 U340은 전자통신기술영역으로 증강현실 관련 기술이 다양한 전자제품에 적용되기 위한 특허들로 구성되어 있었으며, U703은 증강현실 기술을 시뮬레이션의 데이터 처리 기술 관련 특허들을 포함하였다. 따라서, 통신 및 데이터 처리에 관련된 이들 영역은 타 핵심기술에 기술지식을 전달하여 증강현실 기술의 적용을 돕는 기술영역으로 판단된다.

4.4 세부기술의 성장분석 및 개발전략 도출

각 세부기술관점의 성장분석을 진행하기에 앞서 증강현실 기술의 전체적인 관점에서 성장분석을 진행하였다. <Figure 8>은 1974~2013년까지의 등록 특허를 활용하여 로지스틱 모형을 추정한 그림으로, 본 모형의 모수는 $M = 4216.48$, $a = 474.63$, $b = 0.1434$ 그리고 모형의 적합도를 나타내는 $R^2 = 99.62$ 로 나타났다. 또한, 분석을 수행하는 현재의 시점을 2015년으로 설정하였다.

이러한 성장곡선을 활용하여 앞에서 설명한 세 가지 기술성장지표인 TMR, PPA, ERL을 추정하였으며, 이를 기술수명주기이론 관점에서 해석하여 기술개발 전략을 제시한다. 기술성장지표는 각각 TMR은 40.76%, PPA는 2383개, ERL은 21.5년으로 나타나며, 증강현실 특허가 최대 등록될 특허 수는 M이 나타내는 4,200개로 추정된다. 기술수명주기 이론에 따르면 현재의 기술발전단계가 도입기-성장기-성숙기-쇠퇴기로 이어지는 기술성장모형 중 어느 단계에 위치하는지 분석함으로써 추후 기술의 발전방향을 정립할 수 있다(Mann, 2002). TMR을 통하여 본 기술의 성장정도는 40.76%로 현재 성장기 단계에 있는 것

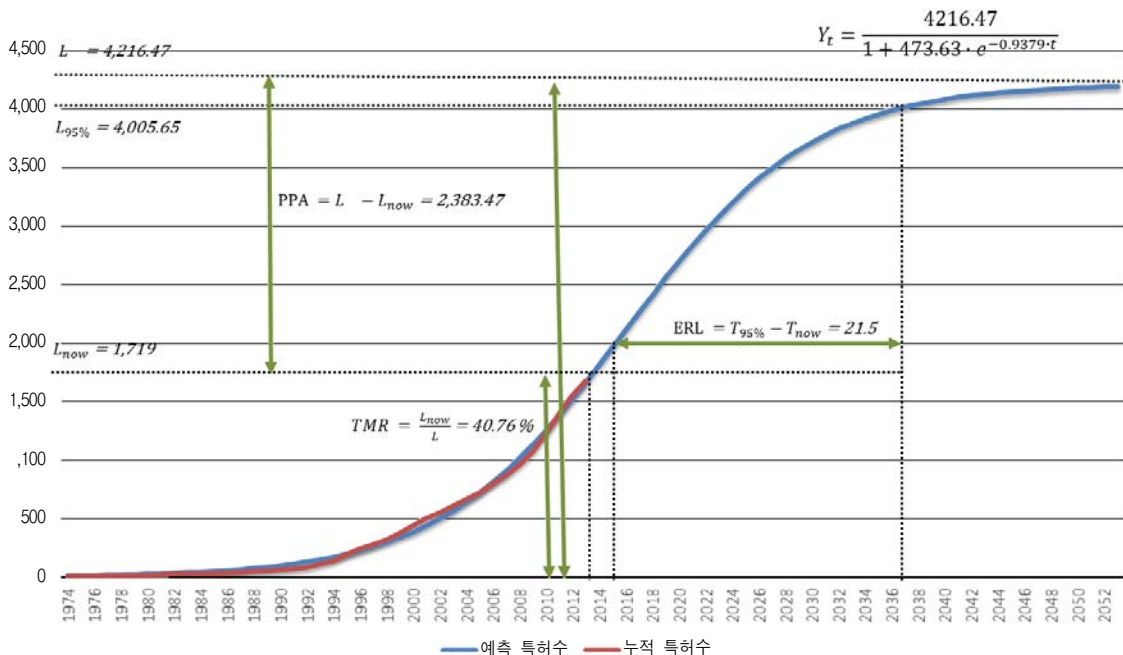


Figure 8. The growth curve of augmented reality

으로 판단된다. 기술의 성장 단계에서 기술개발 형태는 혁신적인 새로운 기술의 개발되는 양상은 줄어들며, 기술의 효율성을 증대시키기 위한 개발이 주를 이루게 된다. 기술 성장에 따라 최종적으로 등록 가능할 것이라 예상되는 특허의 수, PPA는 2383개로 나타나 현재까지 등록된 1719개의 특허 수 보다 많은 특허가 추후 등록될 것으로 기대되어, 미래에 개발 가능한 증강현실 관련 기술영역이 비교적 다양하게 존재할 것으로 판단된다. 마지막으로 기술의 수명을 최대 등록 예측 특허수의 95%가 개발된 시점이라 하였을 때, ERL은 21.5년으로 2036년 중순이 되면 AR 관련 기술분야의 쇠퇴기가 올 것으로 예측된다. 따라서 R&D는 쇠퇴기가 다가올 시기를 대비하여 이전에 새로운 기술영역을 개발하기 위한 기획이 요구되며 증강현실 관련 기술은 아직까지 성장기의 단계에 머물러 있으며 다가올 성숙기를 대비하여 증강현실 관련 기기와 생산프로세스의 안정성을 높이기 위한 기술개발이 요구되며, 증강현실분야는 현재까지 많은 개발가능 분야가 남은 것으로 판단되며 20년이 넘는 기술개발수명이 기대됨으로 기술개발을 위한 충분한 매력을 지닌 기술분야로 판단된다. 따라서 효율적인 기술개발을 위하여 세부기술단위로 성장 단계를 파악하여 적절한 성장전략을 수행할 필요성이 있다. 이를 위하여 본 연구에서는 기술적 지식전달이 활발한 핵심세부기술들을 대상으로 성장성 분석을 진행하였으며, 특히 U345, U359, U455 영역에 대한 기술성장성분석과 추후 개발전략을 제시하고자 한다.

기술영향력 네트워크에서 타 기술영역으로의 가장 활발한 기술지식전달을 보인 핵심 기술영역은 U345(Computer graphics processing and selective visual display systems)이다. 본 영역은 컴퓨터를 활용한 그래픽처리와 선별적인 시각화를 위한 기술

영역으로, 다양한 방법으로 전산 처리된 현실의 정보를 사용자가 인식하고 활용 가능하도록 만들기 위한 시각화 기술과 관련한 기술영역이다. 정량적인 분석에 앞서 본 영역에 서브클래스 단위로 분석을 선행하였다. 본 기술영역은 서브클래스 단위로 분석할 경우 U345/008(Operator body-mounted heads-up display(e.g., helmet mounted display), 633(Augmented reality (real-time)), 007(Image Superposition by optical means(E.G, Heads-up display), 156(Display peripheral interface input device), 419(Three-dimension)의 순으로 많은 특허가 발견되었다. 기술영역의 개발 초기 단계인 1990년대는 이미지를 시각화하기 위한 007과 008분야의 head-up display가 기술영역의 주류를 이뤘으나, 2000년대 중반 이후의 최근 특허에서는 증강현실 그 자체를 나타내는 633영역의 특허가 가장 빈번히 나타났다.

<Figure 9>는 U345 영역의 성장곡선을 나타낸 그림으로, 본 영역의 속하는 특허 수는 총 490개로 나타나 총 증강현실 특허의 28%를 담당하는 핵심 세부기술영역이다. 1991년 처음 출원된 이후 매년 등록되는 특허 수는 꾸준히 늘어나는 추세를 보였으나 2012년 이후로 등록 특허 수는 감소되는 경향을 보이고 있다. 현재 기술영향력내의 외향근접성 역시 0.5337로 가장 높은 수치를 나타내 강력한 증강현실 내에서 강력한 기술영향력을 지니고 있는 기술영역이다. 본 기술영역의 추정된 로지스틱 성장모형을 살펴보면, 세가지 모수; $M = 743.22$, $a = 22.91$, $b = 0.1674$ 에 의해 모형이 결정되며, 모형의 적합도 $R^2 = 98.71\%$ 을 나타낸다. 본 모형을 활용하여 추정된 TMR은 64.85%을 나타내 현재 성숙기 단계에 진입한 것으로 판단되며, 이는 증강현실기 기술영역 전체의 TMR인 40.85%에 비하여 높은 값이다. 본 기술영역의 성숙단계를 고려한다면 현재 증강현실의 기술과

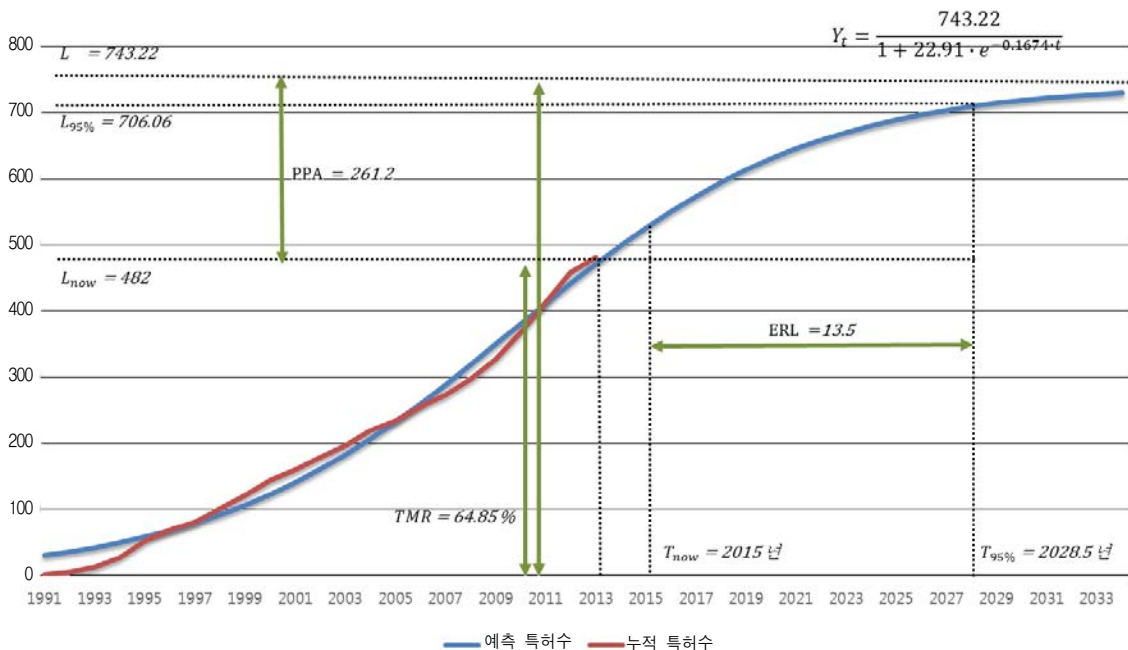


Figure 9. The growth curve of U345

관련한 R&D 기획자 및 연구자들이 U345 기술영역을 개발 할 경우, 증강현실 시각화 장치와 이미지처리 기술의 신뢰성을 높이기 위한 개발에 중점을 둘 필요가 있다. 실제 최근 등록된 특허의 경향을 살펴본 결과, 헤드 마운티드 디스플레이를 일정하게 제어하기 위한 기술(The Method for controlling head mounted display same)과 헤드 마운티드 디스플레이를 활용한 적용사례를 안정화하기 위한 기술에 주력을 두고 있음을 확인하였다. 또한 PPA는 261.2개가 예상되어 현재까지 등록된 특허 수 482개와 비교하여, 본 기술영역과 관련한 R&D의 결과물이 산출되는 속도는 과거보다 둔화 될 것이라 예측된다. 기술영역의 기대되는 잔존수명인 ERL은 13.5년으로 2028년 중순이면 본 기술영역과 관련한 기술적 개발은 2028년까지 대부분 완료될 것으로 판단된다. 기술이 성숙기와 쇠퇴기에 들어설 경우 기업들은 대개 기술의 안정성을 높이고 생산비용을 절감하기 위한 기술을 개발함을 고려하여, R&D 기획자는 현재 기술의 개발방향을 증강현실 기기의 적용범위를 늘리기 위한 기술개발에 중점을 두며, 현재 개발된 기술을 변형하여 개발 가능한 기술개발에 중점을 둔 안정적인 기술개발전략이 요구된다. 또한 추후 다가올 쇠퇴기를 대비하여 생산비용을 절감하고 대량생산을 하기 위한 기술을 개발하는 것 또한 유효한 기술개발방향이라 판단된다.

또 다른 증강현실기술분야의 핵심 세부기술영역은 U359 (Optical : systems and elements)가 있다. 본 영역은 증강현실의 결과물을 시각화하기 위한 광학관련 기술을 포함하는 기술영역으로, 광학장치를 제작하기 위한 프로세스와 부품에 관련한 기술을 포함하는 기술영역이다. 본 영역의 기술을 서브클래스 단위로 분석한 결과 U359/630(Superimposing visual information

on observers field of view(e.g., head-up arrangement, etc.)), 631 (Including curved reflector), 633(With additional reflector(e.g., serial reflections, etc.))의 순으로 많은 특허가 발견되었다. 기술영역의 초기발전형태는 631의 광학렌즈 관련 기술과 630 영역의 홀로그램 관련 기술이 함께 개발되어가는 형태를 띠었으나, 2000년대에 들어서며 증강현실의 기술구분이 뚜렷해짐에 따라 증강현실을 직접적으로 시각화하기 위한 홀로그램기술 630의 발전이 주를 이뤘다. 최근 633이 의미하는 영상 광을 반사하는 기기와 광학적으로 결합하기 위한 반사판 관련 기술이 개발되는 경향을 띤다.

본 영역은 1989년의 첫 특허가 출원되었으며, 총 233개의 특허가 출원되어 총 특허의13%를 담당하는 핵심특허이다. <Figure 10>은 U359 영역의 성장곡선을 나타낸 그림이다. 등록된 특허의 수는 1990년대 말부터 2000년대 중반까지 활발히 증가하였으나, 이후 점차 등록된 특허 수가 감소되어 가는 경향을 보인다. 등록된 특허 수는 3위에 위치하지만 외향근접성 순위는 7위로 나타나 기술영역의 양적 크기에 비하여 타 기술영역과의 지식교류는 활발하지 않은 기술영역이라는 특징을 지닌다. 본 기술영역의 로지스틱 성장모형을 추정하면, $M = 247.72$, $a = 33.88$, $b = 0.2314$ 로 수렴하며, 모형의 적합도 $R^2 = 99.55\%$ 을 나타낸다. 이를 활용하여 성장성지표를 통한 분석을 실시할 경우 추정되는 TMR은 93.65%을 나타내, 현재 기술전반의 성장률이 40.85%임을 반영할 경우 기술이 쇠퇴기에 진입한 것으로 판단된다. 쇠퇴기에 진입한 기술은 기술의 안정성을 높이고 생산비용을 절감하기 위한 기술개발이 진행된다. 따라서 본 영역과 관련한 연구 및 개발을 진행할 시 원가절감을 위한 기술을 개발하는 것이 적절한 전략이다. 하지만 최근의 등록특허를

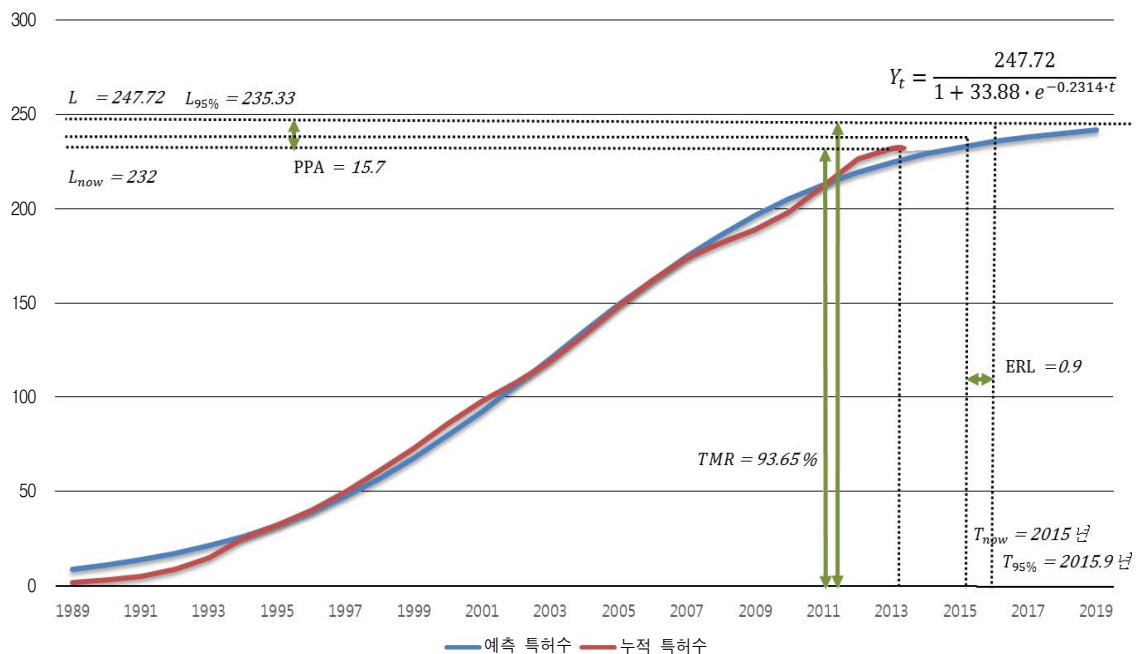


Figure 10. The growth curve of U359

살펴본 결과 기술의 안정성을 높이기 위해 기존의 개발된 반사판 기술과 렌즈 굴절기술을 다양한 기기에 적용시키기 위한 기술이 개발되고 있었으며, 생산원가를 낮추기 위한 기술개발이 요구되는 실정이다. 또한 PPA는 15.7개가 나타나 기존의 등록된 특허 232개와 비교하였을 때, 추후 기술의 개발 속도는 매우 더딜 것으로 예측된다. ERL은 0.94로 나타나 2015년을 기준으로 나타나 1년이 남지 않은 것으로 분석되었다. 따라서 본 영역과 관련한 기술에 장기적인 R&D를 진행하는 것은 적절하지 않은 전략이며, 증강현실과 관련한 새로운 이머징 기술을 발굴하는 것이 적절한 성장전략이라 판단된다.

다음으로 U455(Telecommunications) 기술영역에 관한 성장성 분석을 실시하였다. 본 기술영역은 무선통신을 활용한 정보전달을 위한 기술영역으로, 신호를 인식하고 송출하기 위한 프로세스를 중점적으로 다루는 기술영역이다. 서브클래스 단위로 분석을 실시하였을 때, U455/456(Location monitoring), 414 (User location independent information retrieval), 556(Integrated with other device), 566(Having display) 순서로 많은 특허가 나타났다. 456 영역의 위치인식과 전송관련 기술은 스마트폰과 네비게이션과 같은 기기와 결합하여 발전하는 형태를 나타냈으나 현재는 비콘과 같은 사물인터넷 기술을 위한 위치 인식 기술로서 개발 되는 등 U455 기술영역의 핵심기술로써 꾸준히 발전하고 있다. 414 영역의 기술과 556 영역의 기술은 각각 사용자의 위치를 파악하기 위한 기술과 증강현실 기기에 실질적으로 활용하기 위한 기술로써 초기 활발히 발전하였다.

<Figure 11>은 U455 기술영역의 성장곡선을 나타낸 그림이다. 본 영역은 2000년 첫 번째 특허가 출원된 이후 완만한 성장을 보였으며, 스마트기기의 발전이 가속화된 2007년 이후 급

격한 성장을 보이고 있다. 현재까지 등록된 특허의 수는 59개로 증강현실 관련 특허 수가 많은 5번째 기술영역이며, 외향근접성은 6번째로 높은 핵심 세부기술이다. 본 기술영역의 로지스틱 모델을 추정하였다. 모델의 모수; $M = 105.28$, $a = 537.89$, $b = 0.4545$ 로 수렴하였으며, 모형의 적합도 $R^2 = 99.53\%$ 을 나타낸다. 본 모형을 활용해 추정한 U455 기술영역의 TMR은 52.24%로 앞서 분석한 기술영역들의 TMR인 68%, 93%에 비해 낮은 값을 보이고 있다. 현재의 기술성장 단계는 초기 성장기의 단계로 판단되며, 본 단계에서는 기술의 효율성 및 안정성을 증가시키기 위한 기술의 개발이 진행된다. 따라서 U455와 관련한 R&D를 기획할 경우 기술의 효율성을 높임으로 다양한 영역에 기술을 적용하고, 무선통신의 안정적인 연결을 위한 기술 개발이 요구된다. 실제 최근 등록된 특허의 경향을 살펴본 결과, 통신기술을 모바일기와 같은 무선통신장치에서 활용하기 위한 프로세스와 거리정보를 디스플레이 하기 위한 기술이 개발되고 있음을 확인하였다. PPA는 50.28개로 현재까지 등록된 특허의 수 55개와 비교하였을 때, 추후 기술의 개발 속도는 초기 급속한 발전을 보인 이후 점차 감소할 것이라 예상된다. 또한 ERL은 5.31로 2020년 중순이 되면 유의미한 수준의 기술발전이 종료될 것이라 예측된다. 본 영역의 기술은 스마트 기기의 발전과 함께 발전한 비교적 최신의 기술분야이며 현재 초기 성숙기의 단계에 있다. 그러나 급속한 성장속도를 지녔으며 ERL이 5년 가량으로 예측됨으로, 5년 이상의 기간이 소요되는 R&D를 진행하려 하는 경우 쇠퇴기를 대비하여 기술의 생산가격을 낮추기 위한 개발을 진행하는 것이 적절한 성장전략이라 판단된다.

5. 결론 및 추후연구

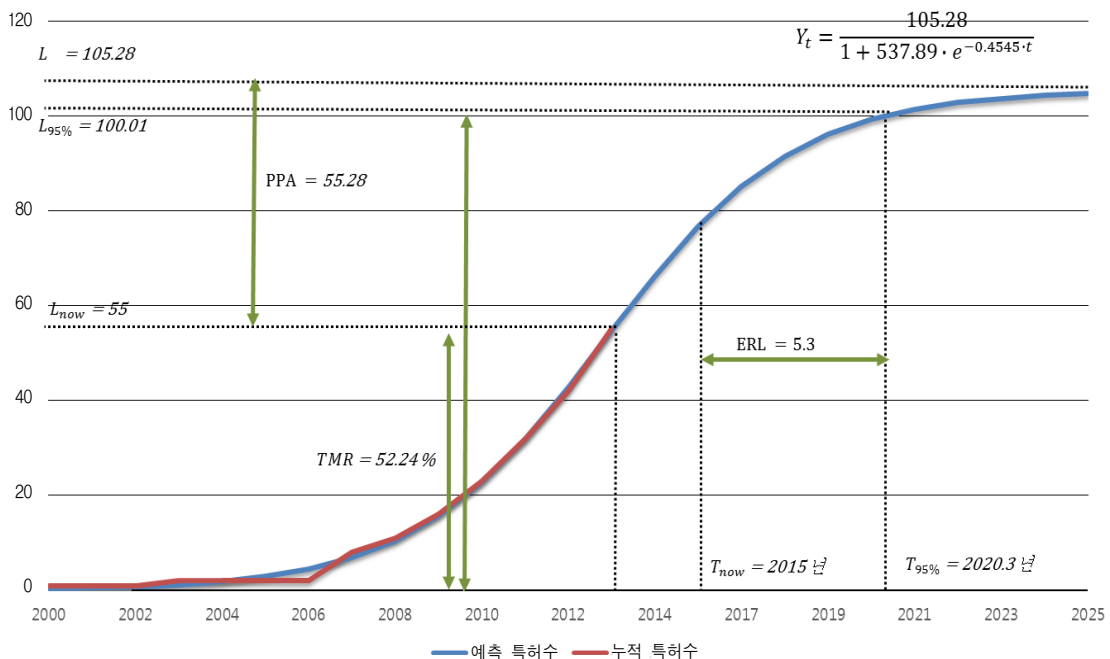


Figure 11. The growth curve of U455

본 연구는 기술 전체의 발전수준만을 분석한 성장곡선을 활용한 기존연구의 한계점 보완을 위해 분석대상 기술에 대해 분류코드 수준으로 세부 기술을 분리하여 각 세부기술의 상호관계를 판단하였다. 또한 상호관계 속에서 영향력이 높은 기술을 파악하고 각 세부기술의 성장 수준을 고려하여 이들에 적합한 기술기획을 위한 방법을 제시하였다. 본 연구의 방법은 동시분류분석과 SNA를 활용하여 세부 기술영역간의 지식흐름을 파악하고 주요한 세부기술영역을 선별하였으며, 이들 세부 기술들에 대해 기술성장모형 분석을 통하여 세부기술 별 성장잠재성과 적합한 기술개발 전략을 제시하였다. 또한 방법론의 활용성을 파악하기 위한 사례연구로서 증강현실 기술을 기술성장관점과 기술지식 흐름관점에서 분석하여 핵심 세부기술을 도출하고 각 세부기술의 기술개발 방향을 제시하였다.

본 연구는 학술적인 관점 및 산업적인 관점에서 의의를 지닌다. 첫째, 본 논문은 기존의 존재하는 기술분석 방법론을 결합하여 발전시켰으며 이를 증강현실 기술분야에 적용하여 분석방법의 실용성을 보였다. 동시분류분석, SNA, 성장모형은 학술적으로 새로운 분석 방법론은 아니다. 하지만 기존의 성장모형을 활용한 대부분의 기술분석은 오직 기술영역 전체의 관점에서 성장분석을 진행하여, 각기 다른 세부기술의 성장잠재성을 고려한 기술분석을 실시하지 않았다. 따라서 본 연구는 동시분류분석과 SNA를 통하여 핵심 기술영역을 추출하며, 이들에 대한 기술개발전략을 제시하는 절차를 제시함으로써 기존의 기술분석 방법론을 결합하였다. 또한 성장분석을 실시함에 있어 기술수명주기 이론에 바탕한 3가지 기술성장성 지표; TMR, PPA, ERL을 도입하여 정량적인 분석을 가능하도록 하였다. 둘째, 본 논문이 제시하는 기술분석방법론은 다양한 기술영역에 활용될 수 있는 잠재성을 지닌다. 비록 본 연구에서는 증강현실 기술에 대해서만 제안된 방법을 적용하여 분석하였으나, 다양한 분야의 기술 전문가들이 본 연구에서 제시된 방법을 자신이 분석하고자 하는 기술영역에 응용하여, R&D 전략 수립 시 세부기술관점의 동향분석 및 기술기획에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구의 기여에도 불구하고 몇 가지 한계점과 그에 따른 도전적 과제가 남아 있다. 첫째, 본 연구의 분석방법 중 성장모형을 활용한 기술의 잠재성을 예측하는 방법은 오직 과거의 등록된 특허수를 바탕으로 성장모형을 추정한다. 따라서 점진적인 기술의 혁신은 예측 가능하지만, 비연속적 기술의 혁신은 예측할 수 없다. 비연속적 기술혁신이 발생할 경우, 기술성장분석에서 추정된 모수 값은 변화 될 것이다. 따라서 본 논문이 제시하는 방법은 기술의 세부적인 동향을 분석을 통한 기술기획에 참고하는 분석방법으로 사용되어야 할 것이다. 둘째, 본 연구가 진행한 기술수명주기 이론에서는 오직 특허의 자료만을 활용하여 기술의 잔존수명을 예측하였다. 하지만 기술의 수명이란 단지 기술적인 영향력과 발명적인 관점에서만 결정되는 것이 아니라 시장의 수요와 고객의 요구에 민감하게 반응한다. 따라서 추후의 연구에서는 기술이 적용된 시장의

수요를 고려하여 기술수명분석을 진행하는 방법을 탐색하여야 할 것이다. 셋째, 본 연구에서는 기술영향력을 분석하기 위하여 많은 네트워크분석 지표 중 외향근접성 지표만을 활용하였다. 이는 한 노드가 다른 노드들에 전달하는 영향력의 정도를 나타내는 지표로, 기술적 지식의 전달이 활발한 기술영역을 의미한다. 하지만 기술 네트워크에서 다른 기술영역에 영향을 많이 미치는 영역만이 핵심 세부기술이라 볼 수는 없다. 내향근접성지표가 높은 기술 영역은 다른 기술영역에서 많은 기술적 지식을 흡수하여 빠른 기술성장을 이룰 가능성이 존재함으로 핵심적인 기술로 성장할 가능성이 높다. 또한 매개중심성 지표(Betweenness Centrality Index)가 높은 기술 영역은 네트워크에서 기술 영역간의 연결관계를 이어주는 기술 영역이다. 이는 다양한 기술영역간의 기술지식 교류가 가능하게 한다는 의미이므로 성장잠재성이 높다. 따라서 추후연구에서는 이러한 성장성 지표를 보다 폭넓게 활용하여 다각적인 기술의 영향력 분석을 실시해야 할 것이다.

참고문헌

- An, J., Kim, K., Noh, H., and Lee, S. (2016), Identifying Converging Technologies in the ICT Industry : Analysis of Patents Published by Incumbents and Entrants, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, **42**, 209-221.
- Azuma, R. T. (1997), A survey of augmented reality, *Presence : Teleoperators and virtual environments*, **6**, 355-385.
- Baek, D., Kim, E., and Kim, E. (2013), A Study on Improvement in Government R&D Support System for SMEs based on Technology Life Cycle, *The Journal of Small Business Innovation*, **35**, 157-179.
- Bengisu, M. and Nekhili, R. (2006), Forecasting emerging technologies with the aid of science and technology databases, *Technological Forecasting and Social Change*, **73**, 835-844.
- Carrillo, M. and González, J. M. (2002) A new approach to modelling sigmoidal curves, *Technological Forecasting and Social Change*, **69**, 233-241.
- Chen, Y.-H., Chen, C.-Y., and Lee, S.-C. (2011), Technology forecasting and patent strategy of hydrogen energy and fuel cell technologies, *International Journal of Hydrogen Energy*, **36**, 6957-6969.
- Choi, J., Kim, H., and Im, N.-G. (2011), Keyword Network Analysis for Technology Forecasting, *Journal of Intelligence and Information Systems*, **17**, 227-240.
- Choi, S., Yoon, J., Kim, K., Lee, J. Y., and Kim, C.-H. (2011), SAO network analysis of patents for technology trends identification : a case study of polymer electrolyte membrane technology in proton exchange membrane fuel cells, *Scientometrics*, **88**, 863-883.
- Daim, T. U., Rueda, G., Martin, H., and Gerdri, P. (2006), Forecasting emerging technologies : Use of bibliometrics and patent analysis, *Technological Forecasting and Social Change*, **73**, 981-1012.
- Ernst, H. (1997), The use of patent data for technological forecasting : the diffusion of CNC-technology in the machine tool industry, *Small Business Economics*, **9**, 361-381.
- Feiner, S., Macintyre, B., and Seligmann, D. (1993), Knowledge-based augmented reality, *Communications of the ACM*, **36**, 53-62.
- Freeman, L. C. (1979), Centrality in social networks conceptual clarification, *Social Networks*, **1**, 215-239.

- Grupp, H. (1996), Spillover effects and the science base of innovations reconsidered : an empirical approach, *Journal of Evolutionary Economics*, **6**, 175-197.
- Han, M., Kim, B., Ryu, J., and Byeon, S. C. (2010), Technology Level Evaluation Based On Technology Growth Model and Its Implication, *Journal of Korea Technology Innovation Society*, **13**, 252-281.
- Harell, G. and Daim, T. U. (2009), Forecasting energy storage technologies, *foresight*, **11**, 74-85.
- Jang, S., Shin, Y., and Jeong, H. (2009), Relationship between R&D investment, technology, management capability and firm performance, *Asia Pacific Journal of Information Systems*, **38**, 105-132.
- Jung, K.-H. (2009), Forecasting substitution behaviour of high corrosion-resistant steel by fitting a technology growth curve, *International Journal of Business and Systems Research*, **3**, 216-228.
- Kauffman, R. J., Liu, J., and Ma, D. (2013), *Technology Investment Decision-Making under Uncertainty : The Case of Mobile Payment Systems*.
- Kim, C., Kim, S., Seol, H., and Park, Y. (2006), Identifying the linkage between technologies using co-classification analysis : TOPSIS-based approach, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, **18**, 711-717.
- Kim, D.-H., Park, S.-S., Young-Geun, S., and Dong-Sik, J. (2007), Patent Analysis of Information Security Technology for Network-Centric Warfare, *Journal of The Korea Contents Association*, **7**, 355-364.
- Kim, D., Park, S.-S., Shin, Y.-G., and Jang, D.-S. (2009), Forecasting the Diffusion of Technology using Patent Information : Focused on Information Security Technology for Network-Centric Warfare, *Journal of Korean Contents*, **9**.
- Kim, H.-J. and Kwahk, K.-Y. (2011), Effects of Centrality on IT Usage Capability : A Perspective of Social Networks, *The Journal of Information Systems*, **20**, 147-169.
- Kim, J. and Lee, S. (2013), A Methodology to Evaluate Industry Convergence Using the Patent Information : Technology Relationship analysis, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, **39**, 212-221.
- Kim, M.-J., Park, J.-K., Lee, Y.-A., and Heo, E.-N. (2011), Co-classification analysis of inter-disciplinarity on solar cell research, *Journal of the Korean society for New and Renewable Energy*, **7**, 36-44.
- Lee, H., Kim, C., Cho, H., and Park, Y. (2009), An ANP-based technology network for identification of core technologies : A case of telecommunication technologies, *Expert Systems with Applications*, **36**, 894-908.
- Malerba, F., Breschi, S., and Lissoni, F. (1998), *Knowledge proximity and technological diversification*(Paper submitted to the Commission : March).
- Mann, D. (2002), *Hands on systematic innovation*(Creax).
- Modis, T. (2007), Strengths and weaknesses of S-curves, *Technological Forecasting and Social Change*, **74**, 866-872.
- Noh, D. and Kim, J. (2013), Enlightening technology valuation considering product life cycle, *Journal of Services Marketing*, **6**, 21-41.
- Park, H., Seo, W., and Yoon, J. (2012), Identifying Interdisciplinarity of Korean National R&D Using Patent CoIPC Network Analysis, *Journal of the Korean Society for Library and Information Science*, **46**, 99-117.
- Park, H. and Yoon, J. (2014), Assessing coreness and intermediarity of technology sectors using patent co-classification analysis : the case of Korean national R&D, *Scientometrics*, **98**, 853-890.
- Park, J. and Kwak, G. (2013), The Effect of Patent Citation Relationship on Business Performance : A Social Network Analysis Perspective, *Journal of Intelligence and Information Systems*, **19**, 127-139.
- Sie, R. L., Ullmann, T. D., Rajagopal, K., Cela, K., Bitter-Rijkema, M., and Sloep, P. B. (2012), Social network analysis for technology-enhanced learning : review and future directions, *International Journal of Technology Enhanced Learning*, **4**, 172-190.
- Tijssen, R. J. (1992), A quantitative assessment of interdisciplinary structures in science and technology : co-classification analysis of energy research, *Research Policy*, **21**, 27-44.
- Trappey, C. V., Wu, H.-Y., Taghaboni-Dutta, F., and Trappey, A. J. (2011), Using patent data for technology forecasting : China RFID patent analysis, *Advanced Engineering Informatics*, **25**, 53-64.
- Van Krevelen, D. and Poelman, R. (2010), A survey of augmented reality technologies, applications and limitations, *International Journal of Virtual Reality*, **9**(1).
- Verspagen, B. (1997), Measuring intersectoral technology spillovers : estimates from the European and US patent office databases, *Economic Systems Research*, **9**, 47-65.
- Wanki, K. (2014), Determination of Commercialization Potential Through Patent Attribute Assessment in Lithium Ion Battery Technology, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, **40**, 240-249.
- Wasserman, S. and Faust, K. (1994), *Social network analysis : Methods and applications*(Cambridge university press).
- Wong, C.-Y. and Goh, K.-L. (2010), Growth behavior of publications and patents : A comparative study on selected Asian economies, *Journal of Informetrics*, **4**, 460-474.
- Yoon, J. and Kim, G. (2011), A Study on Interdisciplinary Trends of Technological Convergence Using Patent Information : The Case of Air Pollutant Control Technology, *Entrue Journal of Information Technology*, **10**, 21-31.
- Yoon, J. and Kim, K. (2011), Identifying rapidly evolving technological trends for R&D planning using SAO-based semantic patent networks, *Scientometrics*, **88**, 213-228.
- Yoon, J., Kim, M., Kim, D., and Kim, J. (2015), Monitoring the Change of Technological Impacts of Technology Sectors Using Patent Information, *Industrial Engineering and Management Systems*, **14**, 58-72.
- Yoon, J., Park, Y., Kim, M., Lee, J., and Lee, D. (2014), Tracing evolving trends in printed electronics using patent information, *Journal of nanoparticle research*, **16**, 1-15.
- Young, P. (1993), Technological growth curves : a competition of forecasting models, *Technological Forecasting and Social Change*, **44**, 375-389.
- Zhou, F., Duh, H. B.-L., and Billinghurst, M. (2008), *Trends in augmented reality tracking, interaction and display : A review of ten years of ISMAR* (IEEE Computer Society).