

# 토픽모델링과 인용 분석에 기반한 의료기기 산업의 기술융합 유형 연구

이선재<sup>1</sup>, 이성주<sup>2</sup>, 설현주<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>아주대학교 산업공학과 박사과정, <sup>2</sup>아주대학교 산업공학과 교수, <sup>3</sup>충남대학교 국가안보융합학부 교수

## Research on the type of technology convergence in the medical device industry based on topic modeling and citation analysis

Seonjae Lee<sup>1</sup>, Sungjoo Lee<sup>2</sup>, Hyeonju Seol<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Ph. D. Candidate, Department of Industrial Engineering, Ajou University

<sup>2</sup>Professor, Department of Industrial Engineering, Ajou University

<sup>3</sup>Professor, School of Integrated National Security, Chungnam National University

**요약** 4차 산업혁명의 변화 속에서 새로운 성장 동력을 확보하기 위해 융합기술의 중요성이 강조되면서 다양한 형태로의 산업 융합이 이루어지고 있다. 산업 융합은 다수 동인에 의해 여러 형태로 발현되기 때문에 이러한 융합의 특성을 파악하고 흐름을 이해한다면 효과적인 융합 정책을 수립하고 추진할 수 있을 것이다. 이에 본 연구는 특허정보를 활용하여 이종 분야 간 지식의 흐름을 분석하여 기술의 융합 형태를 유형화하고 유형별 특성을 파악하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 첫째, 특허문서의 토픽모델링을 통해 핵심 융합 기술분야를 도출한다. 둘째, 해당 기술분야를 구성하는 이종기술별 특허 건수와 이들 간 특허 인용 분석을 통해 융합과정에서의 지식의 규모와 흐름을 파악한다. 마지막으로, 지식의 규모와 흐름에 따라 융합의 유형을 상생융합, 부분융합, 흡수융합으로 구분하고, 해당 기술분야가 어떠한 유형에 속하는지 판단하고자 한다. 제안된 접근법은 이종 기술간 융합이 활발한 의료기기 산업을 대상으로 사례연구를 수행하여 활용 가능성을 검토하였다. 연구 결과는 향후 기업에서 융합 기반의 신사업 기회 창출이나 정부 등 여러 기관에서 융합을 토대로 한 정책 마련 시 기초자료로서 유용하게 활용될 것으로 기대한다.

**주제어** : 기술융합, 융합 유형, 토픽모델링, 인용 분석, 의료기기

**Abstract** Industrial convergence is manifested in various forms by various drivers, and understanding and categorizing the direction of convergence according to the factors in which the convergence occurs is an essential requirement for the establishment of a company's customized convergence strategy and the government's corporate support policy. In this study, the type of convergence is analyzed from the perspective of knowledge flow between heterogeneous technologies, and for this purpose, the result of topic modeling of the text information of the patent and the citation information of the corresponding patent allocated for each topic are used. The methodology presented through case studies in the medical device field is verified. Through the proposed methodology, companies can predict the flow of convergence and use it as decision-making data to create new business opportunities. It is expected that the government and research institutions will be usefully used as basic data for policy preparation.

**Key Words** : Technology convergence, Convergence typology, Topic modeling, Citation analysis, Medical device

\*This research was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea in 2018.(NRF-2018S1A5A2A01037180)

\*Corresponding Author : Hyeonju Seol(hjseol@cnu.ac.kr)

Received May 30, 2021

Accepted July 20, 2021

Revised July 6, 2021

Published July 28, 2021

## 1. 서론

기술 기반의 산업 융합은 새로운 역량의 융합기술을 창출하여 제품의 복잡성을 증가시키고 제품과 시장의 경계를 병합시키고 있다. 융합은 최소 두 개 이상의 분리된 기술, 시장, 산업 사이의 경계가 모호해지는 것으로 정의되며[1], 세계 각국에서는 미래 시장의 주도권을 선점하기 위해 융합기술들을 적극적으로 개발하고 있다. 기술 발전의 복잡도가 높아짐에 따라 기술 간 융합을 통한 새로운 차원의 기술개발에 대한 수요가 점점 증가하고 있다[2]. 따라서 기업은 새로운 수요가 창출되고 있는 융합 분야의 트렌드를 분석하고 신사업 기회를 발굴하는 선제적 대응이 중요하다. 융합의 특성을 이해하고 그 특성에 따른 융합 흐름의 형태가 유형화되어 있으면 기존의 유사한 형태를 보인 융합 분야의 트렌드를 참고하여 기업이 속한 시장의 방향성을 파악하기 용이하다. 기업에서는 분석 결과에 따라 대응 전략을 신속하게 수립하여 기업의 경쟁력을 확보할 수 있을 것이다. 융합 유형의 구분은 정책적 측면에서 융합 촉진 및 활성화를 위한 정책, 관련 지원사업 등에 있어 융합의 정도를 판단할 수 있는 평가 방안으로서도 활용 가능하다[3].

그러나 융합에 관한 기존 연구는 동인 요소, 융합 효과, 융합범위 관점에서 주로 수행[4]되었으며 융합 기술 관련한 초기 연구들은 기술의 예측 및 평가를 위한 전문가 의견 기반의 정성적인 연구가 대부분이다[5]. 설문조사에 기반한 정성적인 연구는 고비용, 장시간이 투입되는 어려움을 안고 있다. 이를 보완한 보다 효과적인 탐색 및 예측 방법의 필요성이 증대하면서 최근에는 특히 데이터를 활용한 연구가 수행되고 있다. 특허정보를 활용한 정량적인 연구 또한 융합의 동향 분석이나 융합의 정도를 측정하는 수준에서 수행되었기 때문에 융합의 특성을 유형화하는 연구는 부족한 실정이다.

본 연구에서는 기술 기반의 융합산업 내 트렌드를 보기 위해 이종 기술 분야 간의 지식 흐름을 살펴보고자 한다. 융합은 프로세스 관점에서 지식융합(Knowledge Convergence), 기술융합(Technology Convergence), 응용융합(Applicational Convergence), 산업융합(Industrial Convergence)의 네 가지로 단계로 구분하며[6] 가장 기초가 되는 지식의 흐름을 살펴보면 다음 단계의 방향성을 파악할 수 있다. 융합 혁신은 두 기술의 기능 간 최적의 효과를 나타내기 위해 조정하는 과정에서 지속적인 불균형 형태[7]로 나타나기 때문에 기존 기술과 매칭 기술 사이의 융합 동인에 의한 지식의 흐름으

로 표현할 수 있다.

산업 내 존재하는 융합기술의 지식 흐름을 보기 위해서는 기술을 유사도 기준으로 분류하고 기술의 융합도를 분석해야 한다. 특허의 텍스트 정보(초록)를 토픽모델링하여 토픽별로 할당된 기술을 유사군으로 분류하고 유사군 내 존재하는 특허의 분류체계를 활용하여 융합도를 측정한다. 특허의 출원 정보, 인용 정보를 분석하면 지식 규모 및 융합 동인을 측정할 수 있기 때문에 이종 기술 분야 간 지식 흐름의 방향성을 확인할 수 있다. 이를 바탕으로 지식 규모 및 융합 동인을 변수로 하는 기술융합 유형화 방법을 제시하고 의료기기 산업을 대상으로 사례 연구를 수행하여 검증하고자 한다.

의료기기 분야는 기술적 요인으로 ICT(Information and Communication Technology)를 비롯하여 기술 간 융복합화가 가속화 되고 있으며, 사용자 편의성(소형화, 무구속, 최소침습, 비침습)의 요구가 증대되고 있다. 사회적 요인으로 고령화 사회 도래와 더불어 만성질환자 증가가 예상되면서 조기진단, 예방, 개인 맞춤형 진료 및 관리의 수요증가가 예상된다. 경제적으로는 소득증가와 삶의 질 추구, 사회적 환경 변화로 인한 의료비 지출 증가에 따라 비용효율적인 방법과 정책이 요구된다. 따라서 이러한 여러 요인을 해소하기 위해 ICT와의 융합은 필수적이다[8].

또한 의료기기는 환자에 대한 생명과 밀접하게 연결되기 때문에 보안관리의 중요성이 지속적으로 증가하고 있다[9]. 기존 유선에서 무선통신으로 전송되는 대량의 데이터 처리 및 관리에 관한 보안요구사항이 필수적으로 동반되고 있으며, 의료기기 개발에 있어서도 보안의 중요성이 점차적으로 증가하고 있기 때문에[10] 의료기기 산업의 기술융합을 분석하는 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서 제안한 방법을 ICT 기반 융합 분야인 의료기기 분야를 대상으로 사례 연구를 수행하고 시사점을 찾고자 한다.

본 연구에서 제시한 방법의 활용방안으로는 기업에서 융합 트렌드를 분석하고 시장 방향성에 대한 전략을 수립하는 과정에서 훌륭한 지원도구로 사용할 수 있을 것이다. 연구의 방법 및 결과를 활용하는 과정에서 필요한 새로운 협업 파트너는 지식의 흐름을 분석하면서 해당 분야에서 확보할 수 있다면 차별화된 경쟁력을 가질 수 있을 것이다. 또한 정부 및 연구기관에서는 융합의 방향성에 대한 분석 결과를 기업의 지원정책 마련을 위한 기초자료로 유용하게 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

## 2. 기존 연구

본 연구와 관련된 선행 연구는 크게 융합의 유형에 관한 연구(산업 레벨)와 특허정보를 활용한 융합 연구(기술 레벨), 의료기기 산업 분야의 융합 연구로 나누어 볼 수 있다.

### 2.1 융합의 유형

융합 유형에 대한 선행 연구들은 연구의 목적에 따라 유형의 기준으로 다양하게 분류하고 유형화하고 있다. 융합산업의 창출 원천 유형에 관한 연구[4]는 크게 학문 분야에 따른 산업융합 유형, 산업부문에 따른 산업융합 유형, 사용자 경험요소에 따른 산업융합 유형으로 구분하고 유형에 따른 시장 성공 요인을 분석하고자 하였다. 산업 융합의 발생 방식에 관한 연구[11]에서는 산업 융합 성공 사례 100 건을 조사하여 입출력 관점에서 클러스터링을 통해 기술 강화, 정책 중심 환경 강화, 서비스 통합 소셜 비즈니스, 기술 중심의 새로운 가치 4가지 산업 융합 유형을 파악하였다. 비슷한 맥락에서 융합연구개발 성공사례를 분석한 연구[12]에서는 중소기업 융합을 기술개선-시장확대형, 기술개선-시장창출형, 기술창출-시장확대형, 기술창출-시장창출형 4가지로 나누고 중소기업 융복합기술개발사업 우수사례집에 소개된 기업들을 중심으로 융합 유형을 분류하였다.

기존의 융합 유형에 대한 연구는 융합산업의 발생 및 확산 요인 분석, 촉진을 위한 정책제언, 성공적인 시장 구축을 위한 시사점은 제시하였으나 거시적인 관점에서 수행된 연구이므로 융합기술에 대한 세부적인 지식의 흐름까지 볼 수 없다는 한계가 있다.

본 연구에서는 기존 연구와 비슷한 흐름 속에서 데이터 분석을 통한 결과를 바탕으로 새로운 유형 기준 제시하고 융합의 형태를 유형화하고자 한다.

### 2.2 특허기반 융합연구

특허는 기술 경쟁력과 트렌드를 분석하기에 유용한 정보이기 때문에[13] 기술의 발전과 변화의 흐름을 파악할 수 있다[14]. 산업융합에 있어 신기술은 매우 중요한 영향을 미치기 때문에[15] 기술개발의 결과물인 특허를 분석함으로써 융합 현상을 관찰하고 예측하는 방법이 융합 연구에서 활용되어 왔다.

특허정보를 활용한 융합 연구들은 주로 기술의 융합 정도를 측정하거나 융합 가능성과 융합 가능 분야를 도

출하는 방법을 제시하는 목적으로 수행되었다. 특허 분류 코드 및 특허 간 인용 관계를 활용한 융합기술 분석 연구가 있었으며[16,17] 특허 데이터를 활용한 토픽모델링 기반의 기술 동향 및 예측에 관한 연구도 수행되었다[18,19].

특히 최근에는 텍스트마이닝 분야의 방법인 토픽모델링 기법을 활용하여 기술융합을 분석하는 연구가 많이 진행되고 있다[20]. 토픽 모델(Topic model)이란 문서 집합의 추상적인 주제를 발견하기 위한 통계적 모델 중 하나로, 텍스트 정보에 숨겨진 주제들을 추론하기 위해 고안된 통계적 추론 기법이다. 일종의 통계 알고리즘으로써 구조화되지 않은 방대한 문서 집합(빅데이터)에서 핵심이 되는 주제를 탐색하는 것이다[21]. 토픽모델링과 비슷한 기법으로 pLSI(Probabilistic Latent Semantic Indexing)가 존재하지만 pLSI의 경우 직접 확률모델을 도출해내야 하므로 문서의 양이 증가할수록 변수도 증가한다는 단점이 있기 때문에[22] 본 연구에서는 토픽 모델을 활용한다.

토픽 모델링의 과정은 토픽별 단어의 분포와 문서별 토픽의 분포를 추정하고, 주제 간의 연관도 분석과 시간에 따른 변화를 분석한다. 이후의 세부적인 전개는 (1) 빅데이터(Big Data)에서 특정 주제를 찾아내고, (2) 검색된 주제에 따른 특정 주석을 표기하고, (3) 문헌의 주석을 중심으로 문서를 예측, 정리해 주는 단계를 거친다. 토픽모델링 기법 중 확률 모형을 기반으로 문헌의 특정 주제를 찾아내는 LDA (Latent Dirichlet Allocation)가 많이 이용되고 있다[23]. LDA 기반의 토픽모델링은 기술융합을 분석하는 선행 연구[24,25]에서 보는 바와 같이 특허 데이터를 활용한 융합 연구 분야에서 사용하는 주요 분석 방법 중 하나이다.

그러나 관련 연구들은 융합기술의 유망가능성 판단 및 융합 가능성 판단과 같이 예측 측면에서의 정확도 관점에서 진행되었기 때문에 이종 기술 간의 지식의 흐름을 분석하고 융합의 동인을 파악하기 위한 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 향후 발생할 가능성을 예측하기 위한 기술 수준의 산업 융합 분석보다 융합의 트렌드를 기업 입장에서 보다 신속하게 분석할 수 있는 융합 분석 방법론을 제안하며 사례연구를 통해 융합의 유형화를 적용해보고자 한다.

### 2.3 의료기기 산업 융합연구

ICT와 의료기기와의 융합 분야는 목적에 따라 진단,

치료, 의료정보시스템, 건강관리로 구분할 수 있다[8]. 본 연구와 관련된 선행연구들은 각 융합 분야(의료 빅데이터 인공지능, 스마트 의료기기, 디지털 헬스케어)의 ICT 기반 의료기기 동향 연구를 중심으로 수행되었다[26-28]. 또한 바이오 헬스 분야의 특허 데이터를 기반으로 기술의 융합과 트렌드 연구에서도 특허 동시 분류 분석과 텍스트마이닝을 통해 기술융합 클러스터의 기술 경쟁력을 분석하고 발전 방향을 제시하였다[29]. 선행 연구들은 주로 관련 산업의 국내외 이슈 점검, 의료기기의 기술 소개, 활성화 방안, 정책 제언 등을 연구 목적으로 수행되었으며 이미 완성된 융합 기술을 적용한 제품 및 시스템에 대한 사례연구를 통해 동향을 분석하였기 때문에 시장에서 활용 가능한 기술은 파악하기 용이하지만 융합 기술 내 기준 기술과 매칭 기술 간의 지식 흐름을 보기 어렵기 때문에 미래 방향성을 고려하지 못한다는 한계점이 있다.

### 3. 연구방법

#### 3.1 연구 프로세스

본 연구는 이종 분야 간 지식의 흐름 관점에서 산업융합의 형태를 유형화하기 위해 Fig. 1과 같이 연구 프로세스를 정의하였다.

먼저 분석하고자 하는 대상 산업의 특허 데이터를 수집하고 정제한다. 정제된 데이터를 매크로 관점(산업 레벨)에서 분석한다. 산업 내 존재하는 구성 요소(제품, 품

목, 플랫폼, 제조 방법 등)들을 기술유사도 관점에서 분류하기 위해 산업 레벨에서 분석한다. 기술유사도를 기준으로 분류된 분야 내의 구성 요소들은 요소별로 각각 다양한 기술들이 반영되어 있으므로 기준 기술과 매칭 기술의 속성을 마이크로 관점(기술 레벨)에서 분석한다. 분야별 융합도를 파악하고 이종 기술 간 지식의 흐름 파악한다. 지식의 흐름은 기술의 지식 규모 및 기술 간의 융합 동인을 통해 파악할 수 있으므로 특허 데이터를 활용하여 사전에 정의한 지표의 결과 값을 통해 도출하고자 한다. 마지막으로 지식 규모와 융합 동인 방향성을 기준으로 융합 형태를 유형화한다.

연구 프로세스에 따른 세부적인 분석 절차는 다음과 같다.

Step 1.에서는 분석하고자 하는 융합 분야를 선정하고 검색식을 통해 특허 데이터베이스에서 분석대상 기간(10년)의 데이터를 수집하고 정제한다.

Step 2.에서는 분석대상 산업 내 구성 요소들을 기술 유사도 관점에서 분류하기 위해 수집된 특허의 초록을 대상으로 토픽모델링을 수행한다. 최적 토픽 수를 산출하고 토픽별로 할당된 주요 특허들 및 기술과 관련된 키워드를 분석하여 토픽명을 선정한다.

유사 분야(토픽)에 할당된 특허의 CPC(Cooperative Patent Classification, 협력적 특허분류, 이하 CPC) 데이터를 활용하여 기술의 융합도를 분석한다. 이종 기술을 분류하는 기준인 CPC Section 레벨에서 Hershman-Herfindahl Index (이하 HHI)[30] 개념을 사용하여 융합의 정도를 산출한다. HHI 값이 낮을 수록 다양한 이종 기술이 반영된 분야로써 융합의 정도가 높다고 할 수 있다. 분류의 기준이 되는 체계로는 한국연구재단의 자료를 참고하여 CPC 체계와 매칭되는 분류 속성을 활용하였다. 서로 다른 대분류에 속한 세부 학문에서 파생된 기술 간의 융합을 이종 기술융합이라고 구분하였다.

Step 3.에서는 이종 기술 간의 지식 규모 및 융합 동인을 분석하고 유사 분야 내에서 지식의 흐름을 파악한다. 해당 토픽에 할당된 특허를 2기간으로(출원일 기준, 각 5년) 분류한다. 지식 규모는 기간별 특허출원성장률 지표를 활용하여 산출한다. 해당 분야의 출원성장률을 파악함으로써 연구지속성과 진행 발전성 등을 살펴볼 수 있으며 출원성장률이 클수록 해당 분야의 연구가 활발하게 수행되고 있음을 의미하기 때문에 이를 통해 지식의 규모를 측정할 수 있다[31]. 산출 방법은 Fig. 2와 같다.

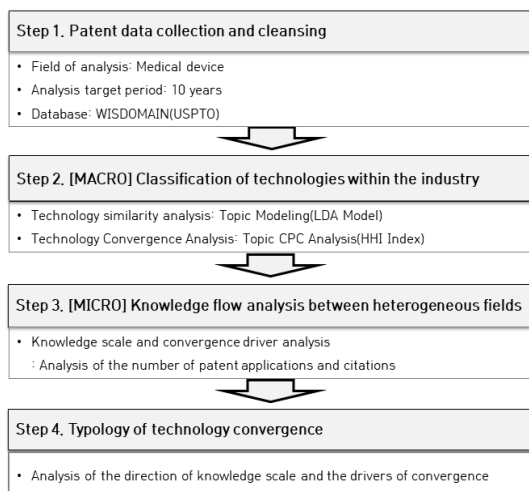


Fig. 1. Research process

$$\text{Patent application growth rate (\%)} = \frac{\sum_i^{\text{year}} P_t - \sum_i^{\text{year}} P_{t-1}}{\sum_i^{\text{year}} P_{t-1}} \times 100$$

(i = number of patent application, t = current year)

Fig. 2. Patent application growth rate

융합 동인은 기술지식흡수강도지수를 활용하여 기술 간의 인용 관계를 분석한다. Fig. 3과 같이 기술지식흡수 강도지수는 해당 분야 특허의 후방 인용 수를 전체 특허 수로 나누어 특허 당 앞선 특허를 어느 정도로 인용하였는지를 나타내는 지표이다 해당 분야의 특허가 타 분야의 특허를 어느 정도로 인용하여 발전하였는가를 나타내기 때문에 해당 특허들이 받은 영향의 강도를 나타내는 간접적으로 살펴볼 수 있다[18].

$$\text{Technical knowledge absorption strength} = \frac{\text{Number of Backward citation}}{\text{Total number of patents}}$$

Fig. 3. Technical knowledge absorption strength index

지표 값이 클수록 전방 특허를 인용한 정도가 높음을 의미한다. 즉, 전방 특허를 활용하여 새로운 특허를 개발하고 후방 특허의 인용에 대한 지식의 흐름이 강하다는 것을 의미한다.

마지막으로 Step 4.에서는 지식 규모 및 융합 동인 각 변수의 방향성에 따라 조합할 수 있는 융합의 형태를 정의하고 유형화하는 단계 순으로 연구를 진행하였다.

### 3.2 기술융합 유형화

융합산업은 산업 융합의 결과가 시장에 수용되어 새롭게 형성된 산업이다. 기업은 융합시장의 잠재적인 요구를 정확히 파악하고 시장 요구를 예견한 장기적인 연구 사업화 개발을 수행해야 하기 때문에[4] 융합산업의 발전은 해당 산업의 지식 규모의 증가가 필수적이며 이는 기업들의 연구 결과물인 특허 출원 활동을 통해 간접적으로 파악할 수 있다.

두 가지 기술(A, B) 간의 지식 규모 및 융합 동인의 방향성(증감)을 고려하면 기술융합 유형화 형태를 16가지의 조합으로 나타낼 수 있지만 기술 간의 융합이 발생하여 융합산업으로 발전하기 위해서는 이중 기술의 지식을 흡수(인용)하여 관련 산업 분야의 지식 규모가 상승해야

한다는 전제에 따라 Table 1과 같이 기술융합의 유형화를 상생 융합(지식 규모가 증가하고 지식 흐름이 양방향으로 증가), 부분 융합(두 분야 모두 지식 규모가 증가하지만, 지식 흐름이 한쪽 방향으로 증가나 감소), 흡수 융합(지식 규모가 증가하고 있는 분야의 방향으로 지식의 흐름도 발생하는 유형) 3가지로 정의하였다.

Table 1. Types of technology convergence

Division	Knowledge scale		Convergence drivers		Type name
	A	B	A	B	
Type 1	↑	↑	↑	↑	Win-win
Type 2	↑	↑	↑	↓	Partial
	↑	↑	↓	↑	Partial
Type 3	↓	↑	↓	↑	Absorption
	↑	↓	↑	↓	Absorption

### 3.3 기술융합 유형별 시사점

Type 1의 경우 이중기술 각각이 모두 지식 규모가 크며 상호지식의 흐름 또한 활발하여 활발한 융합이 일어나는 기술분야이다. 이러한 기술분야의 경우, 산업자체의 변화가 매우 클 것으로 기대되며, 산업의 가치사슬, 경쟁구도 또한 크게 변화할 것으로 기대된다. 따라서 융합으로 인한 산업의 변화방향에 대한 지속적인 모니터링이 필요하다. 또한 향후 산업에서의 경쟁우위를 가지기 위해서는 두 이중기술 모두에 있어 전문성이 요구되므로 산업에서의 리더십을 위해서는 관련 전문성 강화가 필요할 것이다.

Type 2의 경우 이중분야 각각이 모두 지식 규모가 큰 만큼 기술발전이 모두 활발히 일어나지만, 융합의 경우 두 분야 중 한 분야에 의해 주도되는 산업으로 판단된다. 즉, 한 분야는 독자적으로 성장하면서 동시에 다른 분야에 일반적으로 영향을 주는 것으로 판단된다. 이 경우 융합을 촉진 하는데 있어 영향을 주는 분야의 역할이 중요할 것으로 판단된다.

Type 3의 경우 이중분야 중 한 분야만 지식 규모가 크고 지식 규모가 큰 분야 방향으로 지식 흐름이 향하고 있다. 융합의 경우 한 분야가 성장하면서 다른 분야의 영향을 받는 형태로써 Type 2와 유사하지만

영향을 받는 분야의 성장 지속성을 보장하기 어렵다. 따라서 영향을 주는 기술 분야가 대체하기 어려운 필수적인 분야라면 해당 분야의 기초적인 학문 단계에서부터 지식 규모의 발전을 위한 지원이 필요하다고 판단된다.

### 4. 사례연구

기계장비, 소프트웨어, 네트워크 등 다양한 기술이 결합한 융합산업이며 최근 헬스케어 분야를 중심으로 미래 가치가 뛰어나고 산업의 유망성을 보유하고 있는 의로기기 분야를 대상으로 사례연구를 진행하였다.

#### 4.1 기술유사도 및 융합도 분석

특허 데이터베이스(Wisdomain)에서 검색식((medical or medicinal) and (device or equipment), AD(Application Date, 출원일)>2000)을 통해 44,979건의 데이터 수집하였다. 44,979개의 데이터 중 출원년도(2006~2015) 기준으로 필터링한 30,476개 데이터를 Python의 nltk package를 사용하여 데이터를 정제하였다. (stopwords 제거, 특수문자 제거 등)

산업관점에서 유사 분야별 분류를 하기 위해 30,476개의 특허 데이터의 초록을 대상으로 Python의 genism package를 사용하여 LDA 토픽모델링을 실시하였다. Perplexity와 coherence 점수를 이용하여 최적의 토픽수는 20개로 선정하였다. 토픽별로 할당된 주요 특허를 분석하고 토픽 키워드 중에서 기술과 관련된 키워드만을

고려(예: 도출된 키워드 중 method, include와 같이 기술과 관련 없는 키워드는 고려하지 않음)하여 아래 Table 2과 같이 토픽명을 선정하였다. (토픽별 키워드는 Appendix 참조)

의로기기 분야의 주요 기술 영역을 파악하기 위해 특허가 보유하고 있는 모든 CPC를 집계하고 분류한다. (예를 들어 1개의 특허가 10개의 CPC를 보유하고 있다면 10개 모두 집계) 단, 토픽 내 주요 기술 분야 간의 지식의 흐름을 보기 위한 연구목적에 따라 집계된 상위 10개의 CPC를 대상으로 분석한다. (토픽별 세부 CPC 정보는 Appendix 참조)

의로기기 특허 데이터의 CPC를 분석한 결과 CPC 체계의 Section 레벨 기준 총 5개(A, B, G, H, Y), Subclass 레벨 기준으로는 A Section 6개, B Section 1개, G Section 8개, H Section 5개, Y Section 2개의 세부 분야를 포함하고 있었으며 토픽별 CPC는 아래 Fig. 4과 같이 구성되어 있다.

HHI 지표를 사용하여 기술의 융합도를 산출하고 융합도가 높은(HHI 점수가 낮은) 토픽 중 분석대상을 선정하여 이종 기술 간 지식의 흐름을 확인한다. Chapter 3. 연구방법에서 정의한 바와 같이 이종 기술 구분의 기준 (Section 레벨)에 맞춰 HHI 결과 값을 산출한다. 토픽 9의 HHI 지표 값은 Table 3과 같다. (전체 토픽 HHI 지표 산출 결과는 Appendix 참조)

Table 2. Topic name

Topic number	Field
Topic 1	Organs and nervous tissue
Topic 2	Medical connector
Topic 3	Medical textile material
Topic 4	Medical system platform
Topic 5	Joint device and method
Topic 6	Implantable medical device
Topic 7	Surgical equipment
Topic 8	Medical system and data communication method
Topic 9	Network-based disease management system
Topic 10	Telemedicine communication parts
Topic 11	Personal information authentication and recording
Topic 12	Laser equipment
Topic 13	Polymer manufacturing method
Topic 14	Cell culture
Topic 15	Treatment evaluation and management
Topic 16	Heart disease measurement
Topic 17	Pharmaceutical packaging and delivery equipment
Topic 18	Equipment operation
Topic 19	Medical fluid delivery device
Topic 20	Medical power converter and battery

Table 3. HHI results for topic 9

CPC Section	CPC(count)	Share(%)	HHI
A	6,835	57	3245
G	5,164	43	1852
Total	11,999	100	5097

Table 4에서와 같이 토픽 9(네트워크 기반 질병 관리 시스템)은 Subclass 기준으로 A61B(진단; 수술; 개인 식별), A61M(인체의 안으로 또는 표면에 매체를 도입하는 장치), A61N(전기 치료; 자기 치료; 방사선 치료; 초음파 치료), G06F(전기에 의한 디지털 데이터처리), G06Q(관리용, 상업용, 금융용, 경영용, 감독용 또는 예측용으로 특히 적합한 데이터 처리 시스템 또는 방법), G08B(신호 또는 호출 시스템; 지령발신장치; 경보시스템), G16H(의료 또는 건강 관리 데이터의 취급 또는 처리에 특히 적합한 의료 정보학, 즉, 정보 및 통신 기술 [ICT])로 구성되어 있으며 크게 의료, 디지털, 정보통신

Table 4. Topic CPC

	Topic 1	Topic 2	Topic 3	Topic 4	Topic 5	Topic 6	Topic 7	Topic 8	Topic 9	Topic 10	Topic 11	Topic 12	Topic 13	Topic 14	Topic 15	Topic 16	Topic 17	Topic 18	Topic 19	Topic 20
A61B	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○								
A61F	○	○	○		○	○		○	○	○			○							
A61J																	○		○	
A61K													○							
A61L			○										○	○						
A61M	○	○			○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○
A61N	○	○			○	○		○	○	○		○						○		○
B01L														○						
G01N														○						
G06F				○					○	○	○				○	○	○	○		
G06K				○																
G06Q									○		○								○	
G06T				○																
G07F																			○	
G08B									○											
G16H									○	○	○				○	○			○	
H01M																				○
H01R		○																		
H02J																				○
H04L											○									
H04W											○									
Y02D											○									
Y10T		○	○										○							○

기술이 융합되어 있다고 분석할 수 있다. (토픽별 CPC 설명은 Appendix 참조)

#### 4.2 지식 규모 및 융합 동인 분석

네트워크 기반 질병 관리 시스템 분야(토픽 9)의 메인 Section 2개를 도출하고 세부적인 기술 간의 지식 흐름을 보기 위해 Subclass 기준으로 지식 규모와 융합 동인을 분석한다. 해당 분야에 할당된 특허를 출원일 기준으로 (1기간: 2006년~2010년, 2기간: 2011년~2015년) 분류하고 특허 출원 수의 증감을 파악한다. 또한 특허 인용 관계를 분석하여 기간별 인용 수 증감을 파악한다. Table 5는 각 CPC를 보유하고 있는 특허가 출원된 수를 나타낸다. 예를 들어 CPC A61B를 보유한 특허는 1기간 175건 출원 → 2기간 200건 출원되어 해당 분야의 특허 출원이 증가하고 있음을 알 수 있다.

Table 6(Period 1), Table 7(Period 2)은 각 CPC를 기준으로 다른 특허를 인용한 수를 나타낸다. 예를 들어 Table 6 첫째 줄의 A61B-G06F 인용 수 11은 A61B를 보유한 특허가 G06F를 보유한 특허를 11번 인용했음을 나타내며 세로축의 CPC가 인요하는 주체로 표현하였다. 단, 이종 기술 간의 지식 흐름을 보기 위한 연구목적에 따라 Subclass 기준의 동일 CPC 간의 인용 관계를 분석에서 제외하였다.

Table 5. Number of patent applications

CPC	Patent applications (count)	
	Period 1	Period 2
A61B	175	200
A61M	26	32
A61N	29	33
G06F	82	63
G06Q	133	53
G08B	16	35
G16H	45	94

Table 6. Number of patent citations (Period 1)

	A61B	A61M	A61N	G06F	G06Q	G08B	G16H
A61B	46	12	5	11	2	5	0
A61M	3	11	0	0	0	1	0
A61N	1	0	1	0	1	0	0
G06F	14	1	3	18	2	1	0
G06Q	4	0	0	10	31	1	0
G08B	0	0	0	0	1	0	0
G16H	10	1	1	6	4	6	0

Table 7. Number of patent citations (Period 2)

CPC	A61B	A61M	A61N	G06F	G06Q	G08B	G16H
A61B	82	3	1	13	12	14	16
A61M	4	10	1	3	3	1	0
A61N	2	0	5	0	0	0	0
G06F	0	1	0	5	0	0	0
G06Q	0	0	0	1	4	0	2
G08B	3	6	0	6	0	11	3
G16H	17	5	0	12	4	11	7

출원 수 및 인용 수 정보를 특허출원성장률, 기술지식 흡수강도지수에 각각 활용하여 지식 규모 및 융합 동인 결과를 산출하였으며 아래 Table 8과 같이 토픽 내 주요 기술에 대한 지식 흐름의 방향성을 확인하였다.

Table 8. Knowledge scale and Drivers of convergence

No.	CPC	Knowledge scale	Drivers	Knowledge flow		Type
1	A61B	14.29	0.01	↑	↑	3
	G06F	-23.17	-0.17	↓	↓	
2	A61B	14.29	0.05	↑	↑	3
	G06Q	-60.15	-0.03	↓	↓	
3	A61B	14.29	0.04	↑	↑	1
	G08B	118.75	0.09	↑	↑	
4	A61B	14.29	0.08	↑	↑	2
	G16H	108.89	-0.04	↑	↓	

토픽 9의 경우 A61B의 분야가 G06F, G06Q, G16H 분야의 지식을 흡수하며 발전하는 형태(Type 2, Type 3), A61B 분야와 G08B 분야가 서로 지식을 교류하며 발전하는 형태(Type 1)로 나누어 볼 수 있다.

### 4.3 기술융합 유형화의 시사점

의료기기 산업의 전체적인 융합의 흐름을 CPC Class 수준에서 살펴보면 기존의 의료기술(A61)을 기반으로 정보통신 기술(G06, G16)이 융합된 형태로 진화해왔다. Subclass 기준에서의 융합 흐름은 의료기기 세부 분야별로 융합의 정도 및 형태가 다양하게 나타나고 있다.

분석 결과 네트워크 기반 질병 관리 시스템 분야는 데이터 처리 시스템(G06F, G06Q) 기술 분야의 지식을 흡

수하여 진단, 수술 기기(A61B)를 개발하는 유형(Type 3), 개인 식별(A61B)과 신호시스템(G08B)이 서로 기술을 응용하는 유형(Type 1), 의료 데이터 처리에 적합한 정보 및 통신 기술(G16H) 분야의 발전을 기반으로 진단, 수술 기기(A61B) 기술 분야에 융합하는 유형(Type 2)과 같이 세 가지 융합 형태가 있음을 알 수 있다.

이와 같이 융합의 형태를 유형화하는 것은 크게 두 가지 의미가 있다. 기업은 융합 흐름을 예측하고 신사업 기회를 창출하는 의사결정 자료로써 활용할 수 있으며 기술로드맵 작성 시 기업이 속한 분야의 융합 형태에 따라 기술융합 전략을 수립할 수 있다.

신제품 개발 시 지식 규모가 감소하고 융합 동인이 감소하는 분야(Type 3)의 지식을 응용해야 하는 경우 다른 융합 형태를 가진 산업에 비해 지식재산의 이전이 용이하기 때문에 특허 거래를 통해 권리를 확보하는 방안도 고려해 볼 수 있다. 상생하는 분야(Type 1) 간의 기술교류가 필요한 기업은 다양한 평가지표를 활용하여 비즈니스 에코시스템 내에서 우수한 협력 파트너를 찾는 방안을 마련할 수 있을 것이다. 비슷한 맥락에서 Type 2의 경우에도 성장하기 위해서는 이종 분야의 협력 파트너를 확보해야 하는 상황이며 영향을 주는 분야의 중요성이 크기 때문에 우수한 파트너 선정이 필요하다. 따라서 협력을 위한 전략을 수립과정에서 주요 기업과의 지속적인 기술 및 지식 교류가 선행되어야 한다.

융합산업 육성 측면에서는 정부가 조정자의 역할로서 거시적 관점에서 융합산업 내 지식의 흐름을 이해하고 수요기술이 많은 분야의 바탕이 되는 학계를 통해 융합 연구를 추진할 수 있도록 정책적 지원이 필요하다.

## 5. 결론

융합의 특성을 이종 분야 간 지식의 흐름 관점에서 유형화하기 위해 특허의 텍스트 정보를 토픽모델링하고 인용 정보를 활용하여 융합 동인을 분석하였다.

본 연구에서 제시한 지식 규모 및 융합 동인을 측정하는 방법과 이를 기반으로 융합의 형태를 유형화하는 방법은 객관적인 데이터를 기반으로 정량적인 분석을 통해 융합의 유형화를 시도한 연구라는 점에서 의의가 있다. 또한 사례연구로 네트워크 기반 질병 관리 시스템 분야의 지식 흐름을 살펴보고 제시한 방법에 대한 검증을 수행하였다.

정책적 측면에서는 융합의 특성을 파악하고 이에 따른



산업 간 융합 정책을 수립 및 추진해야 효과적인 파급효과를 기대할 수 있다. 따라서 연구의 결과는 정부 및 연구기관에서는 정책 마련을 위한 기초자료로써 유용하게 활용될 것으로 기대한다. 또한 제시한 융합분석 방법론을 통해 기업에서는 융합 흐름을 예측하고 신사업 기회를 창출하는 의사결정 자료로 사용 가능할 것이다.

본 연구에서는 대표적인 융합 산업인 의료기기 분야 1개만을 선정하여 사례연구 진행하였기 때문에 추가적으로 타 산업 분야를 함께 비교 분석하면 더 다양한 형태의 유형화가 가능할 것으로 예상된다. 다만 토픽별 기술 분야를 정의할 때 주관적인 판단 요소가 개입할 가능성이 있으며 지식 규모를 분석하는 단계에서 표준화가 가능한 특허출원성장률을 활용하였으나 절대 건수도 고려해 볼 필요가 있다. 또한 출원인 정보를 기업정보 DB와 연계하면 융합이 발생하는 비즈니스 에코시스템의 액터들이 실제 움직이는 방향성을 분석할 수 있으므로 기업에 적합한 협력 파트너를 찾고자 하는 측면에서 유용성이 높아질 것으로 기대한다.

## REFERENCES

- [1] C. Curran & J. Leker. (2011). Patent indicators for monitoring convergence-examples from NFF and ICT. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(2), 256-273.  
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.06.021>
- [2] Y. R. Cho & E. S. Kim. (2014). A Corporate Strategy on Technological Convergence through Analyzing Patent Networks and Strategic Indicators. *The Journal of Intellectual Property*, 9(4), 191-221.  
<http://dx.doi.org/10.34122/jip.2014.12.9.4.191>
- [3] Y. S. Park, W. H. Shon, S. M. Cho & H. J. Lee. (2013). Study for Industrial Convergence Degree Analysis Method based on Industrial Convergence Type. *Korean Society for Precision Engineering 2013 Conference*, 1289-1290.
- [4] K. H. Kim & J. Y. Jung. (2013). A Typology of Industry Convergences Based on Sources for Convergence Industries and Analysis of Critical Success Factors. *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, 39(3), 204-211.  
<http://dx.doi.org/10.7232/JKIEE.2013.39.3.204>
- [5] H. J. Kang, M. J. Um & D. M. Lim. (2006). A Study on Forecast of the Promising Fusion Technology by US Patent Analysis. *Technology Innovation Research*, 14(3), 93-116.
- [6] F. Hacklin, C. Marxt & F. Fahrni. (2009). Coevolutionary cycles of convergence: an extrapolation from the ICT industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(6), 723-736.  
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2009.03.003>
- [7] K. R. Lee. (2015). Toward a new paradigm of technological innovation: convergence innovation. *Asian Journal of Technology Innovation*, 23, 1-8.  
<https://doi.org/10.1080/19761597.2015.1019226>
- [8] K. C. Nam, H. C. Kim & B. S. Kwon. (2014). ICT Convergence Medical Device. *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, 31(12), 44-50.
- [9] D. W. Kim. (2021). A Study on the Smart Medical Equipment Management Program (Secure-MEMP) Method Considering Security. *Journal of Information and Security*, 21(1), 63-72.
- [10] FDA. (2016). *Postmarket Management of Cybersecurity in Medical Devices*.
- [11] Y. J. Geum, M. S. Kim & S. J. Lee. (2016). How industrial convergence happens: A taxonomical approach based on empirical evidences. *Technological Forecasting and Social Change*, 107, 112-120.  
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.03.020>
- [12] N. Y. Han & J. B. Hong. (2012). Convergence Types of Small and Medium Companies Understood Through Convergence Research Development. *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, 7(2), 19-24.  
<http://dx.doi.org/10.16972/apjbve.7.2.201207.19>
- [13] B. P. Abraham & S. D. Moitra. (2001). Innovation assessment through patent analysis. *Technovation*, 21(4), 245-252.  
[https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(00\)00040-7](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(00)00040-7)
- [14] B. G. Jeong, J. W. Kim & J. H. Yun. (2015). Patent-based competitive intelligence analysis of augmented reality technology : Application of topic modeling\*. *The Korean Institute of Industrial Engineers 2015 Conference*, 2265-2270.
- [15] W. Xing, X. Ye & L. Kui. (2011). Measuring convergence of China's ICT industry : an input-output analysis. *Telecommunications Policy*, 35(4), 301-313.  
<https://doi.org/10.1016/j.telpol.2011.02.003>
- [16] H. J. Kang & K. G. Kim. (2007). A Study on Impacts of Industrial Convergence Using Patent Citation. *Journal of Technology Innovation*, 22(2), 31.  
<https://doi.org/10.14383/SIME.2014.22.2.031>
- [17] J. H. Yoon & K. S. Kim. (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(2), 21.
- [18] T. K. Kim, H. R. Choi & H. C. Lee. (2016). A Study on the Research Trends in Fintech using Topic Modeling. *Journal of the Korea Academy Industrial Cooperation Society*, 17(11), 670-681.  
<https://doi.org/10.5762/KAIS.2016.17.11.670>

- [19] J. S. Park, S. G. Hong & J. W. Kim. (2017). A Study on Science Technology Trend and Prediction Using Topic Modeling. *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, 22(4), 19-28.  
https://doi.org/10.9723/jksis.2017.22.4.019
- [20] S. H. Park, Y. J. Choi, S. J. Lee & H. J. Seol. (2020). Analysis of Technology Convergence by an Integrated Use of Dynamic Topic Modeling and Network Analysis :ICT-Agritech Case. *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, 46(3), 21-21.  
DOI : 10.7232/JKIIIE.2020.46.3.211
- [21] M. Steyvers & T. Griffiths. (2007). Probabilistic Topic Models. *Handbook of latent semantic analysis*, 427(7), 424-440.
- [22] D. M. Blei, A. Y. Ng & M. I. Jordan. (2003). Latent dirichlet allocation. *Journal of machine Learning research*, 3, 993-1022.
- [23] T. Griffiths & M. Steyvers. (2004). Finding Scientific Topics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(1), 5228-5235.
- [24] B. K. Jeong, J. W. Kim & J. H. Yoon. (2016). A Semantic Patent Analysis Approach to Identifying Trends of Convergence Technology: Application of Topic Modeling and Cross-impact Analysis, *The Journal of Intellectual Property*, 1(4), 21-240.  
http://dx.doi.org/10.34122/jip.2016.12.11.4.211
- [25] J. H. Lee, I. S. Lee, K. S. Jung, B. H. Chae & J. Y. Lee. (2017). Patents and Papers Trends of Solar-Photovoltaic(PV) Technology using LDA Algorithm. *Journal of Digital Convergence*, 15(9), 231-239.  
http://dx.doi.org/10.14400/JDC.2017.15.9.231
- [26] K. B. Kim & K. H. Han. (2020). A Study of the Digital Healthcare Industry in the Fourth Industrial Revolution. *Journal of Convergence for Information Technology*, 10(3), 7-15.  
https://doi.org/10.22156/CS4SMB.2020.10.03.007
- [27] S. H. Lee & J. Y. Kim. (2020). Artificial intelligence technology trend based on medical big data. *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, 37(9), 85-91.
- [28] G. T. Song & S. J. Song. (2018). Recent research trends in smart medical devices and ICT convergence medical industry. *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, 35(6), 50-55.
- [29] S. H. Park, Y. M. Yun, H. Y. Kim & J. S. Kim. (2021). Technology Convergence & Trend Analysis of Biohealth Industry in 5 Countries : Using patent co-classification analysis and text mining. *Journal of the Korea Convergence Society*, 12(4), 9-21.
- [30] S. Rhoades. (1993). The Herfindahl-Hirschman Index. *Federal Reserve Bulletin*, 79(3), 188-9.
- [31] T. K. Ryu et al. (2012). *Development of Indicators for IP Competitiveness and Characteristics*. Seoul : Korea Institute of Intellectual Property.

## 이 선 재(Seonjae Lee)

[정회원]



- 2003년 2월 : 아주대학교 산업공학과 (석사)
- 2015년 3월 ~ 현재 : 아주대학교 산업공학과 박사과정
- 관심분야 : 기술융합, 기술정책
- E-Mail : sdaseon@ajou.ac.kr

## 이 성 주(Sungjoo Lee)

[정회원]



- 2002년 2월 : 서울대학교 산업공학과 (학사)
- 20007년 8월 : 서울대학교 산업공학과(공학박사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 아주대학교 산업공과 교수
- 관심분야 : 기술예측, R&D 전략
- E-Mail : sungjoo@ajou.ac.kr

## 설 현 주(Hyeonju Seol)

[정회원]



- 2007년 2월 : 서울대학교 산업공학과 (공학박사)
- 20007년 9월 ~ 현재 : 충남대학교 국가안보융합학부 교수
- 관심분야 : 기술예측, 기술체계
- E-Mail : hjseol@cnu.ac.kr

## Appendix

### 1. Total Topic keyword

Topic 1	0,074*method + 0,074*tissue + 0,043*treatment + 0,031*procedure + 0,029*delivery + 0,028*target + 0,025*site + 0,024*blood + 0,023*provide + 0,022*disclose
Topic 2	0,060*surface + 0,046*housing + 0,032*contact + 0,031*include + 0,029*assembly + 0,028*portion + 0,026*connector + 0,025*section + 0,024*side + 0,018*form
Topic 3	0,058*component + 0,046*structure + 0,042*form + 0,040*material + 0,024*stent + 0,023*shape + 0,019*filter + 0,019*make + 0,015*provide + 0,015*reduce
Topic 4	0,136*image + 0,045*display + 0,042*datum + 0,026*region + 0,024*object + 0,018*generate + 0,016*point + 0,016*processing + 0,015*feature + 0,014*model
Topic 5	0,099*body + 0,069*element + 0,041*part + 0,038*implant + 0,034*support + 0,033*include + 0,032*comprise + 0,019*secure + 0,019*configuration + 0,019*attach
Topic 6	0,099*end + 0,085*member + 0,075*portion + 0,053*distal + 0,041*catcher + 0,031*proximal + 0,026*include + 0,025*elongate + 0,024*tube + 0,020*extend
Topic 7	0,085*position + 0,031*instrument + 0,028*mechanism + 0,024*relative + 0,023*move + 0,022*movement + 0,021*direction + 0,020*guide + 0,020*drive + 0,018*tool
Topic 8	0,571*device + 0,367*medical + 0,025*implantable + 0,017*include + 0,003*capable + 0,002*utilize + 0,001*moment + 0,001*configured + 0,001*interact + 0,000*version
Topic 9	0,189*patient + 0,036*system + 0,027*monitor + 0,027*condition + 0,025*location + 0,020*provide + 0,019*monitoring + 0,018*health + 0,017*method + 0,017*care
Topic 10	0,061*signal + 0,061*sensor + 0,059*communication + 0,057*receive + 0,056*configure + 0,038*module + 0,029*external + 0,029*include + 0,025*output + 0,025*transmit
Topic 11	0,074*datum + 0,071*information + 0,063*user + 0,021*network + 0,021*computer + 0,018*store + 0,016*access + 0,016*receive + 0,013*record + 0,013*data
Topic 12	0,070*include + 0,070*apparatus + 0,045*needle + 0,033*light + 0,032*source + 0,031*area + 0,031*provide + 0,026*device + 0,022*radiation + 0,020*comprise
Topic 13	0,037*layer + 0,030*agent + 0,029*polymer + 0,025*material + 0,025*composition + 0,024*comprise + 0,024*surface + 0,016*coat + 0,016*substrate + 0,016*coating
Topic 14	0,096*invention + 0,072*present + 0,069*method + 0,058*relate + 0,032*provide + 0,029*field + 0,026*application + 0,019*process + 0,018*magnetic + 0,017*cell
Topic 15	0,082*base + 0,069*plurality + 0,044*set + 0,043*time + 0,040*therapy + 0,033*determine + 0,030*select + 0,029*state + 0,027*method + 0,026*parameter
Topic 16	0,048*signal + 0,046*detect + 0,034*cardiac + 0,031*sense + 0,029*measure + 0,028*determine + 0,026*event + 0,022*response + 0,021*measurement
Topic 17	0,078*unit + 0,044*medication + 0,033*include + 0,032*container + 0,024*drug + 0,023*storage + 0,021*medicine + 0,020*dispense + 0,019*product + 0,019*delivery
Topic 18	0,229*system + 0,103*control + 0,084*provide + 0,075*include + 0,039*embodiment + 0,031*method + 0,024*operation + 0,019*disclose + 0,016*operate + 0,015*equipment
Topic 19	0,075*fluid + 0,034*pressure + 0,032*flow + 0,026*chamber + 0,026*valve + 0,023*pump + 0,022*liquid + 0,022*part + 0,020*temperature + 0,018*gas
Topic 20	0,058*electrode + 0,045*electrical + 0,045*lead + 0,042*power + 0,036*implantable + 0,036*circuit + 0,032*energy + 0,028*couple + 0,022*coil + 0,022*stimulation

### 2. Total Topic CPC

Topic 1	A61B2017: 3183, 'A61B17': 2706, 'A61B2018': 2086, 'A61B5': 1498, 'A61N1': 1320, 'A61F2': 910, 'A61B18': 733, 'A61F2002': 684, 'A61M25': 601, 'A61M2025': 453
Topic 2	A61N1: 1263, 'A61B2017': 778, 'A61M5': 648, 'A61B5': 618, 'A61B17': 572, 'A61F2002': 509, 'Y10T29': 431, 'H01R13': 356, 'A61M39': 351, 'A61F2': 351
Topic 3	A61F2: 1338, 'A61F2002': 1144, 'A61L31': 573, 'A61B17': 529, 'A61B2017': 490, 'A61L27': 419, 'Y10T428': 404, 'Y10T29': 358, 'A61F2250': 354, 'A61F2230': 306
Topic 4	A61B6: 3941, 'G06F2207': 3444, 'A61B5': 3315, 'G06F17': 2134, 'A61B8': 1590, 'A61B2090': 1049, 'A61B2034': 977, 'G06K9': 972, 'G06F19': 718, 'A61B1': 679
Topic 5	A61B17: 1818, 'A61F2002': 1519, 'A61B2017': 1335, 'A61F2': 1001, 'A61B5': 765, 'A61M5': 520, 'A61M2025': 485, 'A61M2205': 461, 'A61N1': 407, 'A61M25': 350
Topic 6	A61B2017: 3983, 'A61M25': 3572, 'A61B17': 3371, 'A61M2025': 1875, 'A61F2': 1833, 'A61B2018': 1803, 'A61B5': 1380, 'A61F2002': 1296, 'A61B1': 1218, 'A61N1': 1009
Topic 7	A61B2017: 2513, 'A61B17': 1949, 'A61M5': 1524, 'A61B34': 1296, 'A61B5': 1099, 'A61B1': 858, 'A61B2090': 845, 'A61B2034': 798, 'A61B90': 713, 'A61B2018': 594,
Topic 8	A61B5: 879, 'A61N1': 763, 'A61B17': 437, 'A61B2017': 369, 'A61M2205': 356, 'A61F2': 352, 'A61M25': 230, 'A61F2002': 213, 'A61M5': 205, 'A61B1': 172
Topic 9	A61B5: 5613, 'G06F19': 1521, 'G06Q50': 900, 'G16H50': 782, 'G16H40': 694, 'A61M2205': 625, 'A61N1': 597, 'G16H10': 559, 'G06Q10': 406, 'G08B21': 302
Topic 10	A61B5: 4255, 'A61N1': 2147, 'A61M2205': 705, 'G06F19': 496, 'Y02070': 410, 'A61M5': 408, 'G16H40': 351, 'A61B2580': 346, 'H04W4': 267, 'A61B1': 211
Topic 11	A61B5: 2365, 'G06F19': 1840, 'G06Q50': 1540, 'G16H40': 1051, 'G16H10': 1010, 'G06Q10': 884, 'G06F16': 775, 'H04L67': 759, 'H04L63': 757, 'G06Q20': 672
Topic 12	A61B5: 2678, 'A61B1': 676, 'A61M5': 623, 'A61B6': 483, 'A61B2017': 427, 'A61B2018': 416, 'A61M2005': 313, 'A61N5': 276, 'A61B17': 275, 'A61M2005': 263
Topic 13	A61L31: 3618, 'A61L2300': 2999, 'A61L27': 2791, 'Y10T428': 2209, 'A61L29': 1799, 'A61K31': 1483, 'A61F2': 1265, 'A61K9': 1070, 'A61F2002': 680, 'A61K47': 678
Topic 14	A61B5: 1452, 'G01N33': 475, 'B01L2300': 359, 'A61L27': 338, 'A61N1': 336, 'A61B1': 286, 'A61M2205': 250, 'A61L31': 230, 'A61B17': 227, 'A61B2017': 215
Topic 15	A61N1: 2734, 'A61B5': 2167, 'G06F19': 439, 'A61M2205': 415, 'A61M5': 377, 'G16H40': 208, 'A61M2230': 198, 'G16H50': 154, 'A61B2018': 142, 'A61M2005': 98
Topic 16	A61B5: 6037, 'A61N1': 5792, 'A61M2205': 321, 'A61B7': 230, 'G06F19': 223, 'A61M2230': 217, 'A61B2018': 190, 'G16H40': 166, 'A61M5': 165, 'G16H50': 160
Topic 17	A61M5: 1830, 'A61M2205': 1286, 'G06F19': 874, 'A61J7': 832, 'A61B5': 594, 'A61M2005': 441, 'A61J1': 433, 'G06Q50': 360, 'G07F11': 354, 'A61J2205': 323
Topic 18	A61B5: 992, 'A61M2205': 354, 'A61B2017': 296, 'A61B34': 272, 'A61M5': 246, 'G06F19': 236, 'A61B6': 234, 'A61B1': 219, 'G16H40': 194, 'A61N1': 193, 'A61B2034': 174
Topic 19	A61M5: 3462, 'A61M2205': 2560, 'A61M16': 1407, 'A61M1': 1206, 'A61M2005': 980, 'A61J1': 861, 'A61M39': 835, 'A61B5': 725, 'A61M15': 618, 'A61M2039': 609
Topic 20	A61N1: 5967, 'A61B5': 1267, 'A61B2018': 991, 'H02J7': 517, 'Y10T29': 459, 'H02J50': 415, 'H01M4': 382, 'A61B18': 373, 'A61M2205': 339, 'H01M10': 307

3. Total Topic HHI

Section	Topic 1			Topic 2			Topic 3			Topic 4			Topic 5		
	CPC (count)	Share (%)	HHI	CPC (count)	Share (%)	HHI	CPC (count)	Share (%)	HHI	CPC (count)	Share (%)	HHI	CPC (count)	Share (%)	HHI
A	14174	100	10000	5090	87	7501	5153	87	7589	11551	61	3767	8661	100	10000
B															
G										7268	39	1492			
H				356	6	37									
Y				431	7	54	762	13	166						
Total		100	10000		100	7592		100	7755		100	10000		100	10000

Section	Topic 6			Topic 7			Topic 8			Topic 9			Topic 10		
	CPC (count)	Share (%)	HHI	CPC (count)	Share (%)	HHI	CPC (count)	Share (%)	HHI	CPC (count)	Share (%)	HHI	CPC (count)	Share (%)	HHI
A	21340	100	10000	12189	100	10000	3976	100	10000	6835	57	3245	8072	84	7076
B															
G										5164	43	1852	847	9	78
H													267	3	8
Y													410	4	18
Total		100	10000		100	10000		100	10000		100	5097		100	7180

Section	Topic 11			Topic 12			Topic 13			Topic 14			Topic 15		
	CPC (count)	Share (%)	HHI	CPC (count)	Share (%)	HHI	CPC (count)	Share (%)	HHI	CPC (count)	Share (%)	HHI	CPC (count)	Share (%)	HHI
A	2365	20	412	6430	100	10000	16383	88	7765	3334	80	6398	6131	88	7822
B										359	9	74			
G	7872	68	4563							475	11	130	801	12	134
H	1516	13	169												
Y							2209	12	141						
Total		101	5145		100	10000		100	7906		100	6603		100	7956

Section	Topic 16			Topic 17			Topic 18			Topic 19			Topic 20		
	CPC (count)	Share (%)	HHI	CPC (count)	Share (%)	HHI	CPC (count)	Share (%)	HHI	CPC (count)	Share (%)	HHI	CPC (count)	Share (%)	HHI
A	14952	96	9304	5539	78	6040	2806	87	7519	13263	100	10000	8937	81	6580
B															
G	549	4	13	1588	22	496	430	13	177						
H													1621	15	216
Y													459	4	17
Total		100	9317		100	6537		100	7696		100	10000		100	6814



## 5. Total number of patents by topic

Topic number	Field	Number of Patent (count)	
		Period 1	Period 2
Topic 1	Organs and nervous tissue	626	789
Topic 2	Medical connector	603	762
Topic 3	Medical textile material	546	640
Topic 4	Medical system platform	1,062	1,224
Topic 5	Joint device and method	568	605
Topic 6	Implantable medical device	1,046	1,435
Topic 7	Surgical equipment	728	921
Topic 8	Medical system and data communication method	319	334
Topic 9	Network-based disease management system	609	631
Topic 10	Telemedicine communication parts	593	844
Topic 11	Personal information authentication and recording	1,032	1,518
Topic 12	Laser equipment	493	526
Topic 13	Polymer manufacturing method	1,441	1,389
Topic 14	Cell culture	468	560
Topic 15	Treatment evaluation and management	399	426
Topic 16	Heart disease measurement	905	859
Topic 17	Pharmaceutical packaging and delivery equipment	577	640
Topic 18	Equipment operation	264	356
Topic 19	Medical fluid delivery device	866	1032
Topic 20	Medical power converter and battery	808	1032