

지능화융합의 확산과 유망 분야

- 미국 특히 데이터를 중심으로

하영욱

본 보고서는 ETRI 기술정책연구본부 주요사업인
“국가 지능화 기술정책 및 표준화 연구”를 통해 작성된 결과물입니다.



본 보고서의 내용은 연구자의 견해이며 ETRI의 공식 의견이 아님을 알려드립니다.



핵심 요약	1
I. 연구개요	9
1. 지능화융합의 가속화와 유망 분야 선정의 중요성	9
2. 데이터 기반의 유망 분야 선정 방법론의 활용성 증가	9
3. 본 연구의 기여	11
4. 연구 프레임	12
II. 지능화융합의 확산 동향	13
1. AI 및 지능화융합 특허 데이터 수집	13
2. 지능화융합의 전반적 동향	16
3. 지능화융합의 도메인별 동향	18
III. 지능화융합 유망 분야 선정 방법론 및 적용	21
1. 지능화융합 특허 데이터의 토픽모델링	21
2. 지능화융합 유망 분야 선정	22
3. 결과 비교: 해외 주요 기관들의 유망 분야 전망	25
IV. 맺음말	29
1. 결론	29
2. 향후 연구 방향	30
참고문헌	31

핵심 요약

연구 개요

지능화융합의 가속화와 유망 분야 선정의 중요성

- 2016년 AI인 알파고가 이세돌과의 바둑 대국에서 승리함으로써 AI의 혁신성이 증명되었으며, 컴퓨팅과 네트워크 및 실감미디어 등 ICT 기반 기술의 진화와 함께 AI는 4차 산업혁명을 견인하는 핵심 기술로 인식되고 있다.
- 또한 사회현안 해결과 산업 발전을 위해 AI를 접목하려는 주요국 정부의 적극적 노력은 AI를 통한 국가 차원의 혁신 전략 마련으로 이어져 왔으며, 전례 없었던 코로나-19의 충격과 장기화로 의료, 복지 등의 도메인에 AI를 융합하고자 하는 요구가 가중되고 있다.
- 이와 같이 세계적으로 지능화융합은 가속화되고 있으므로, 한정된 자원으로 지능화융합 산업을 선점하고 사회 구성원들에게 최고의 효용을 제공하기 위해 유망 지능화융합 분야를 탐색하고 이를 바탕으로 한 선택과 집중적인 투자전략이 매우 중요하게 되었다.

데이터 기반의 유망 분야 선정 방법론의 활용성 증가

- 유망 분야 선정 방법으로 폭넓게 활용되는 정성적 연구가 객관성을 담보하기 어렵고 또한 전문가 선택에 따른 편향 등의 한계로 데이터 기반의 정량 연구가 보완적으로 활용되어 오고 있다.
- 최근 국내외 주요 연구기관들을 중심으로 데이터를 기반으로 유망 분야를 탐색하기 위한 연구들이 활발히 진행 중이며, 새로운 방법론으로서 기계학습 기반의 방법론들이 점진적으로 증가하고 있다.
- 그러나 유망성 평가를 위한 적절한 데이터의 확보가 쉽지 않으며, 기존 연구들의 평가 지표는 성장성 등의 일부 지표로 제한적이었다.
 - 학술논문과 특허가 빅데이터 분석에 자주 활용되고 있는데, 10년 이내의 유망 지능화융합 분야의 예측에는 특허가 적합하다.

◆ 본 연구의 기여

- 본 연구는 AI 및 ICT, 주요 도메인의 특허를 분류하여 통계 분석을 수행하기 위해, 특허청의 산업-특허연계표 등을 참고하여 해당 분야의 IPC 코드를 분류하였다.
- 미국의 특허 빅데이터 자료 분석을 기반으로 AI와 지능화융합 연구 추이를 살펴보고, AI 연구에서 지능화융합 연구로의 이행 정도를 정량적으로 확인하였다.
- 또한 문헌 연구를 바탕으로 특허 데이터 기반 유망 분야 선정 방법론을 제안하였고, 시범 적용하여 해외 주요 기관들의 전망치와 비교하여 방법론의 성능을 평가하였다.

◆ 연구 프레임

- 본 연구는 융합연구 확산 분석, 지능화융합 주제 식별, 그리고 최종 유망 지능화융합 주제 선정의 3가지 단계로 구성된다.
- 1단계는 융합연구 확산 분석으로, AI 미국 특허를 수집하고, 분류 기준을 수립하여 순수 AI 특허와 지능화융합 특허를 구분하고, 분야별 확산 추이를 분석한다.
- 2단계는 지능화융합의 주제를 식별하는 단계로, 1단계에서 분류된 지능화융합 특허를 대상으로, 토픽모델링을 수행하여 지능화융합 특허들의 연구주제를 식별한다.
- 마지막 단계는 유망 지능화융합 분야를 선정하는 것으로, 2단계에서 식별된 연구주제를 대상으로, 유망 분야 선정 기준을 수립 및 적용하여 유망 분야를 최종 선정하고, 해외 주요 기관들의 주요 전망 자료와 결과를 비교하여 연구방법론의 성능을 검증한다.

연구 프레임

단계	활동	비고
Step 1: 융합연구 확산 분석	<ul style="list-style-type: none"> ● AI 및 지능화융합 특허 수집 ● 특허 분류 (AI, AI+ICT, AI+Domain) ● 확산 분석 (성장률, 점유율, 시장기술 영향력) 	<ul style="list-style-type: none"> ● IPC 코드 분류 ● 기초 통계 분석을 위한 코딩
Step 2: 지능화융합 주제 식별	<ul style="list-style-type: none"> ● 토픽모델링 	<ul style="list-style-type: none"> ● Gensim 패키지 (Python) <ul style="list-style-type: none"> - LDA 모형 - Trigram 기법
Step 3: 유망 지능화융합 주제 선정	<ul style="list-style-type: none"> ● 유망 분야 선정 기준 수립 및 적용 ● 주요 기관의 최신 전망 자료와 비교 분석 	<ul style="list-style-type: none"> ● 유망 분야 관련 문헌 리뷰 ● 해외 주요 기관의 '20, '21 전망 결과 비교

지능화융합의 확산 동향

◇ 인공지능 및 지능화융합 특허 데이터 수집

- (AI 특허) 관련성 높은 특허를 추출하기 위해 AI 키워드와 IPC 코드를 모두 만족하는 검색식을 이용하여 특허 데이터를 수집하였다.
- (Domain 특허) 특허청의 ‘산업(KSIC)과 특허(IPC) 연계표 (61개 산업으로 분류)’를 기준으로 가장 상세한 분류기준을 가지고 있는 ‘국가과학기술표준분류와 특허(IPC) 연계표 (14,698개 분류)’를 보완적으로 활용하여 Domain 별 IPC 코드를 식별하였다.
- (융합 특허) 하나의 특허가 서버클래스 기준으로 두 개 이상의 IPC 코드 분류로 구성되어있는 경우를 융합으로 간주하였다.
- (특허 데이터 수집) WIPS를 통해 최근 약 10년('11.1.1. ~ '21.7.31.) 동안의 미국 공개 특허를 대상으로 AI 특허를 수집한 후, IPC 코드를 활용하여 순수 AI 특허와 융합 특허를 구분하였다.
 - 전체 AI 특허는 30,394건을 수집하였으며, 이 중 순수 AI 특허는 19,424건이며, 융합 특허는 10,970건을 식별하였다.

수집 특허

	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	합계
AI 전체	258	292	354	457	651	975	1,710	3,398	6,074	9,494	6,731	30,394
AI only	179	223	251	339	436	674	1,102	2,181	3,863	5,899	4,277	19,424
AI + ICT(AI제외) only	41	20	44	58	115	167	283	497	822	1,250	754	4,051
AI + Domain only	35	38	51	53	91	118	278	636	1,234	2,135	1,562	6,231
AI + ICT + Domain	3	11	8	7	9	16	47	84	155	210	138	688

※ 주: Current IPC 코드를 기준으로 구분, '21은 1월~7월 까지의 자료임

◇ 전반적 동향

- (지능화융합이 AI 특허 성장 견인) '16년 이후 AI 특허는 연평균 63.4%, 이중 지능화 융합 특허 성장이 연평균 약 80%로 지능화융합이 AI 특허 성장을 견인하였다.
 - 전체 AI 특허는 연평균 63.4%(16 이후)로 고성장이었으며, 특히 '18년이 직전 연도에 비해 가장 큰 성장을 보여 특허 공개 시차를 고려 시 알파고 이벤트('16년)의 영향을 크게 받았음을 알 수 있다.
 - 특히 AI와 Domain간 결합된 지능화융합 특허의 성장이 연평균 약 80% 이상이며, 전체 AI 특허에서의 점유율도 점진적으로 증가하는 등 AI 특허 성장을 견인한 것으로 판단된다.
- (개별 특허 파급력은 감소, 특허 전체의 시장파급력은 증가) 개별 특허의 파급력은 감소하고 있으나, 특허 수의 증가로 전체 특허의 시장파급력은 여전히 증가세에 있다.
 - 전체 AI 특허의 기술파급은 다소 약화되는 추세이며, 시장파급은 전체 합산 기준으로는 '19년 까지는 급증하다 최근 증가세가 주춤한 상황이며 개별 특허 기준으로는 시장파급력이 지속 감소 중이다.
 - 지능화융합 부분도 파급효과의 추이는 전체 AI 특허와 유사하나, 개별 특허 기준 순수 AI 특허 대비 기술파급은 낮고 시장파급은 높은 편이다.

◇ 지능화융합 도메인별 동향

- (국방, 교통, 환경 등의 도메인이 성장률 견인) 지능화융합 전체의 성장률은 '16년 이후 연평균 80.7%로 고성장이었으며, 국방, 교통, 환경의 성장률이 특히 높게 나타났다.
 - 지능화융합의 세부 도메인별로는 '16년 이후 연성장률 평균이 농축수산 93.2%, 의료 63.8%, 교통 153.1%, 국방191.0%, 에너지 73.6%, 환경 131.5% 등으로 성장하였다.
 - 농축수산, 교통, 국방, 에너지 도메인은 타 도메인대비 보다 먼저 고성장을 맞이하였으며, 의료와 환경은 비교적 최근에 급성장을 보이는 도메인이다.
- (교통 및 의료 도메인은 상대적 높은 파급력) 개별 지능화융합 특허의 영향력은 감소하고 있으나, 특허 수의 증가로 전체 시장 파급력은 여전히 증가세에 있으며, 교통 및 의료 도메인이 상대적으로 파급력이 높게 나타났다.
 - 지능화융합 특허의 기술파급(인용수 기준)은 AI 특허와 유사하게 인용수가 누적임을 감안하더라도 다소 약화되는 추세이며, 시장파급(패밀리수 기준)은 전체 합산 기준으로는 '19년 까지는 급증하다 최근 증가세가 주춤한 상황이며 개별 특허 기준으로는 시장파급력이 지속 감소 중이다.
 - 기술파급의 경우 총 인용 수는 의료(4,102개)와 교통(3,740개)이 가장 높으며, 개별 특허별 인용 수 또한 의료(3.1개)와 교통(3.3개)이 가장 높게 나타나는 등 의료와 교통 지능화가 상대적으로 높은 기술파급 효과를 보이고 있다.
 - 시장파급의 경우 총 패밀리 특허 수는 환경(11,391개), 교통(10,332개), 의료(10,010개)의 순으로 높게 나타났으며, 특허 하나 당 패밀리 특허 수는 교통(9.0개), 의료(7.5개)의 순으로 높게 나타났다.

유망 분야 선정 방법론 및 적용

◆ 지능화융합 특허 데이터의 토픽모델링

- 지능화융합(AI+Domain, AI+non_AI_ICT + Domain) 특허 6,919건을 분석 대상 특허로 선정하였으며, 발명의 명칭 field를 기초데이터로 사용하였다.
- 인간의 판단과 높은 상관관계를 보인다는 Cv 모델에서 제공하는 신뢰성 점수가 가장 높은 토픽수(50개)를 선정하고, 해당 토픽수를 고정한 후 20회의 시뮬레이션을 통해 가장 높은 신뢰성 점수(Cv = 0.635)가 나온 학습 결과를 최종 결과로 활용하였다.

◆ 지능화융합 유망 분야 선정

- Rotolo et al.(2015)는 기존 문헌들을 메타 분석하여 유망 분야의 핵심 속성을 혁신성, 급성장(기존 연구에서 가장 자주 활용), 응집성, 파급력, 불확실성의 5가지로 제시하고, 시간에 따른 속성의 변화를 도식화하였다.

유망 분야의 속성

유망 분야의 주요 속성		유망 분야 속성의 시간에 따른 변화
속성	개념	
혁신성	유사 목적 달성에 기존과 다른 접근	
급성장	비유망 분야 대비 상대적으로 높은 성장률	
응집성	시간의 경과에 따른 지속성	
파급력	특정 분야에 미치는 현저한 영향력	
불확실성	결과와 사용에 대한 불확실성과 모호성	

- 본 연구에서는 특허 데이터를 활용하여, 유망성의 5가지 속성을 기준을 모두 만족하는 것으로 판단되는 토픽을 유망 분야로 간주하였다.
 - 혁신성, 성장률, 응집성, 파급력은 동태적 관점에서, 그리고 불확실성을 대리하는 변수인 점유율은 정태적 관점과 동태적 관점을 결합하여 평가하였다.

- 이상의 필터링 과정을 통해 이상/돌출상황 감지, 이미지 처리, 오류 검출 등 10개 토픽을 지능화융합 유망 분야로 선정하였다.
 - 핵심 키워드와 해당 토픽의 대표적인 특허를 기반으로 유망 분야의 주제를 명명하였다.
 - ※ 핵심 키워드는 토픽 비중이 가장 높은 10개 키워드 중 사람의 이해 측면에서 해석이 용이한 5개의 키워드를 선택하였으며, 해당 토픽에 기여도가 높은 특허를 대표적인 특허로 선택
 - 각 주제는 특정 도메인에 한정되기 보다는 여러 도메인에 공통으로 나타나는 경향을 보였다.
 - ※ ‘딥러닝 기반의 예측’, ‘기계 학습 방법 및 데이터 획득’, ‘디바이스 제어’는 특정 도메인에 한정하기 어렵거나 도메인 전반에 공통적인 분야
 - ※ ‘이상/돌출상황 탐지’, ‘오류 검출’, ‘공간에서의 물체/객체 감지’, ‘상태 진단/추정’은 2~3개 정도의 도메인에서 자주 등장하는 주제
 - ※ ‘이미지 처리’, ‘장비/시설 유지 보수’, ‘자율주행’은 특정 도메인에서 전형적으로 등장하는 주제

지능화융합 유망 분야 선정 결과

주제 (주요 도메인)	키워드	혁신성 ¹⁾	성장률 ²⁾	응집성 ³⁾	파급력 ⁴⁾		점유율 ⁵⁾
					기술	시장	
이상/돌출상황 탐지 (복지, 교통, 금융)	detection, virtual, behavior, approach, fraud	1	56.3%	2	32.7%	13.0%	3.6%
이미지 처리 (의료)	image, fault, dental, microscope, slide	1	87.4%	2	89.9%	10.4%	3.6%
오류 검출 (제조, 의료)	algorithm, type, damage, medication, perception	1	61.9%	1	27.9%	-43.2%	0.8%
공간에서의 물체/객체 감지 (제조, 교통)	object, radar, inspection, depth, continuous	1	51.8%	1	30.0%	0.0%	2.0%
장비/시설 유지 보수 (도시)	operation, detector, diagnostics, reinforcement, maintenance	1	40.0%	1	202.4%	-53.8%	0.9%
딥러닝 기반의 예측 (전분야)	prediction, deep_learning, machine-learning, report, sensing	1	65.5%	2	-47.7%	157.3%	3.2%
기계 학습 방법 및 데이터 획득 (전분야)	machine, model, decision, training, non-transitory	1	109.3%	2	-15.2%	-19.4%	4.8%
상태 진단/추정 (교통/도로, 의료)	condition, estimation, sequence, infrastructure, graphical	1	43.2%	2	92.4%	-47.1%	1.3%
디바이스 제어/자동화 (전분야)	control, status, motor, additive_manufacturing, adjustment	1	62.2%	2	-44.0%	3.2%	4.5%
자율주행 (교통)	vehicle, autonomous_vehicle, automatic_map_driving	1	89.0%	2	39.8%	-17.1%	4.2%

※ 주: 1) 혁신성은 ‘매우 혁신적’(2), ‘혁신적’(1), ‘혁신적이지 않음’(0)으로 구분
 2) 성장률은 ’20 이후 공개 특허 수의 과거 대비 증가율로 산정
 3) 응집성은 ‘응집성이 매우 높음’(2), ‘응집성이 높음’(1), ‘응집성이 높지 않음’(0)으로 구분
 4) 기술파급은 ’19~’20의 조정된 인용 수의 과거 대비 증가율, 시장파급은 ’20 이후 패밀리 특허 수의 과거 대비 증가율
 5) 점유율은 해당 토픽에서의 특허 수가 전체 특허 수에서 차지하는 비율

◆ 본 연구결과와 해외 주요기관의 전망치 비교

- 본 연구에서 도출된 유망분야 10개 중 ‘장비/시설 유지 보수’와 ‘딥러닝 기반의 예측’을 제외한 8개 분야가 주요 연구기관 전망과 연관되는 등 특히 분석 결과의 활용도가 의미 있는 것으로 판단할 수 있다.
- 다만 코로나-19 충격과 지구적 문제의 해결 노력에 따른 전망은 특히 분석과 같은 정량적인 방법으로는 예측이 어려운 한계가 있다.
 - 코로나-19 충격에 따라 백신, 확진자 추적 등이 단기적으로 부각된 분야지만, 특히 데이터는 연구 시점과 공개 시점 간 시차가 존재하므로 가장 최신의 변화를 보기가 어려웠다.
 - 주요 연구기관의 중장기 전망이 지구적 문제의 해결과 같은 바람직함 측면이 상당히 반영되어 있으나 특히는 상업적 활용에 집중되어 있는 등, 바람직하게 가야할 것과 상업적 활용 측면의 유망한 것 사이의 간극이 존재하는 것으로 보인다.

해외 주요 연구기관 전망과의 비교



I 연구개요

1 지능화융합의 가속화와 유망 분야 선정의 중요성

- 2016년 AI인 알파고가 이세돌과의 바둑 대국에서 승리함으로써 AI의 혁신성이 증명되었으며, 컴퓨팅과 네트워크 및 실감미디어 등 ICT 기반 기술의 진화와 함께 AI는 4차 산업혁명을 견인하는 핵심 기술로 인식
- 사회현안 해결과 산업 발전에 AI를 접목하려는 주요국 정부의 적극적 노력은 AI를 통한 국가 차원의 혁신 전략 마련으로 이어져 왔으며, 전례 없었던 코로나-19의 충격과 장기화로 의료, 복지 등의 도메인에 AI를 적용하는 요구 가증
- 이와 같이 세계적으로 지능화융합은 가속화되고 있으며, 한정된 자원으로 지능화 융합 산업을 선점하고 사회 구성원들에게 최고의 효용을 제공하기 위해 선택과 집중이 필요한 유망 지능화융합 분야가 무엇인지에 대한 탐색이 중요

2 데이터 기반의 유망 분야 선정 방법론의 활용성 증가

- 유망 분야란 사전적으로 새롭게 생겨나서 미래에 큰 파급을 주는 것을 의미하는데, 대부분 연구에서는 유망에 대한 별도의 개념 정의 없이 활용 중
 - 사전적으로는 향후(미래), 파급력, 성장, 없던 것이 생겨남 등의 속성으로 유망을 정의
 - ※ (유망) 앞으로 잘 될 듯한 희망이나 전망이 있음 (표준국어대사전)
 - ※ (emergent) starting to exist or to become known (Cambridge Academic Content Dictionary)
 - ※ (emerging) growing and developing, esp. in business investment (Cambridge Academic Content Dictionary), just beginning to exist (Cambridge 비즈니스 영어 사전), beginning to have economic power or success (Cambridge 비즈니스 영어 사전)
 - 대다수의 연구에서는 유망에 대한 정의는 일관적이지 않거나 별도의 정의를 제시하지 않고 있으며, 유망 분야를 평가하고 선정하기 위해 상황에 맞는 지표를 활용
- 유망 분야 선정 방법으로서 폭넓게 활용되는 정성적 연구가 객관성을 담보하기 어렵고 전문가 선택에 따른 편향 등의 한계로 데이터 기반의 정량 연구가 보완적으로 활용되어 오고 있음
 - 유망기술예측을 위해 다양한 방법론/기법 개발 및 활용¹⁾

1) IITP(2015), ICT 기술예측 조사 2030 & 10대 미래 유망기술.

- ※ (기술예측 방법론) 규범적/당위적, 탐구적/탐색적, 정성적, 정량적 등
- ※ (기술예측 기법) 전문가패널/델파이조사, 시나리오, 환경스캐닝, 기술로드맵, 교차영향분석, 추세외삽법, 다이나믹 모델링 등
- 이러한 방법론과 기법들은 단독으로 활용되거나 복수의 방법론과 기법들을 혼합하여 활용
 - ※ IITP(2015)²⁾는 2차에 걸친 델파이 조사를 기반으로 미래사회문제 해결을 위한 ICT유망기술을 발굴
 - ※ 박노연 외(2020)³⁾은 후보기술별 관련 설문조사 및 기업 간담회, 특허 분석 결과 등을 종합하여 비대면사회의 미래 유망기술을 선정하는 등 정성적인 방법에 정량분석을 추가
- 최근 국내외 주요 연구기관들을 중심으로 데이터를 기반으로 유망 분야를 탐색하기 위한 연구들이 활발히 진행 중이며, 새로운 방법론으로서 기계학습 기반의 방법론 점진적 증가
 - 유망 분야에 대한 Scientometric 기법으로 전통적으로 & trend, Citation analysis, Co-word analysis, Overlay mapping, 그리고 Hybrid 형태가 활용되어 왔음 (Rotolo et al., 2015)⁴⁾
 - IARPA(미국)은 논문과 특허를 대상으로 감성 분석 텍스트 마이닝 프로젝트를 수행한 바 있고, NISTEP(일본)은 Co-citation을 분석하여 델파이 분석의 기초자료로 활용하였으며, HSC(영국)은 이슈 스캐닝 단계에서 빅데이터 분석 결과를 활용 (김희철 외, 2014)⁵⁾
 - KISTI는 2006년 이후 논문데이터와 특허 데이터를 과학계량학적 방법으로 분석하여 미래 유망기술을 도출하여 왔으며, 2016년 이후 머신러닝 기반의 기술클러스터의 미래 성장가능성 예측모델을 개발 및 적용해오고 있음 (KISTI, 2021)⁶⁾
 - NIA는 2018년 이후 뉴스 기사 및 학술 데이터 분석을 기반으로 키워드 증감 분석을 통해 이머징 이슈 및 이머징 테크를 도출해오고 있음 (NIA, 2021)⁷⁾
 - KISDI는 협동연구를 통해서 ICT정책 관련 전문자료를 키워드 증감 분석과 기계학습 방법인 토픽모델링을 활용하여 ICT 이슈를 탐지 (경제·인문사회연구회, 2020)⁸⁾
 - ETRI에서도 이와 유사하게 뉴스 기사를 대상으로 토픽모델링을 통해 ICT 이슈를 발굴하는 연구를 수행 (하영욱, 2020)⁹⁾
- 그러나 유망성 평가를 위한 적절한 데이터의 확보가 쉽지 않으며, 기존 연구들의 평가 지표는 성장성 등의 일부 지표로 제한적이었음

2) IITP(2015), ICT 기술예측 조사 2030 & 10대 미래 유망기술.

3) 박노연 외(2020), 2021년 KISTEP 미래유망기술 선정에 관한 연구 - 비대면사회의 미래유망기술, KISTEP.

4) Rotolo et al.(2015), What is an emerrging technology?, *research policy*.

5) 김희철 외(2014), 논문, 특허, 웹 Cluster 분석의 통합을 통한 부상영역 도출 model 제안, 기술혁신학회.

6) KISTI(2021), 딥러닝으로 예측한 미래 고성장 과학기술영역 100선 - 지구를 이해하는 산업혁명.

7) NIA(2021), 데이터로 보는 2021 이머징 테크.

8) 경제·인문사회연구회(2020), 텍스트자료를 활용한 ICT이슈 탐지 및 분석방법론 연구.

9) 하영욱(2020), 코로나-19 이후의 비대면 사회 이슈 변화 분석 (2020년 상반기), ETRI 기술정책 이슈.

3 본 연구의 기여

- 본 연구는 지능화융합 분야 연구에 적합한 데이터로서 특히 데이터를 활용
 - 학술논문과 특허가 빅데이터 분석에 자주 활용되고 있으며, 10년 이내의 유망 지능화융합 분야의 예측에는 특허가 적합
 - ※ 학술논문은 주로 기초연구의 연구성과를 반영, 지능화융합과 같은 응용연구의 연구성과는 주로 특허로 나타나며¹⁰⁾, 특허 데이터는 10년 이상의 장기보다는 10년 이내의 중·단기 예측에 적합¹¹⁾

표 1 자주 활용되는 데이터 유형별 특징 및 고려사항

데이터 종류	특징
특허	<ul style="list-style-type: none"> • 표준화된 양식의 구성으로 기술수준과 동향 파악에 활발히 활용¹²⁾ • 장기시계열 자료를 제공하며 데이터의 통계 처리가 어려워서 상당히 자유로움¹³⁾ • 표준적인 용어 사용으로 최신의 기술 용어가 반영되지 않으며, 기술의 표준 분류가 확립, 기술개발과 등록 시점 간의 상당한 시차 존재¹⁴⁾
논문	<ul style="list-style-type: none"> • 동일한 개념이나 다양한 용어 사용 (시간경과에 따라 통일된 용어로 수렴하는 경향) • 기술개발과 등록 시점 간의 상당한 시차 존재 (컨퍼런스 논문은 비교적 짧은 시차)
뉴스 기사	<ul style="list-style-type: none"> • 최신의 트렌드를 반영하며, 제목과 키워드 등 표준화된 형식과 높은 문법적 완성도로 데이터 분석에 유용¹⁵⁾ • 주로 일반인이 구독자로 전문적인 분야에 대해서는 논의가 부족
보고서	<ul style="list-style-type: none"> • 매우 다양한 유형과 양질(혹은 최신)의 예측 자료를 제공 가능 • 데이터 처리가 용이하지 않으며, 시계열 데이터를 보유하지 않은 경우 성장성 등의 트렌드를 확인하기가 어려움 • 문서의 수가 제한적일 때는 사람의 인사이트가 보다 효율적일 수 있음

※ 출처: 저자 작성

- 특허 데이터 분석과 관련 구체적으로 다음의 세 가지 측면을 기여
 - AI 및 ICT, 주요 도메인의 특허를 구분하기 위한 IPC 코드의 분류
 - 미국의 특허 빅데이터 자료 분석을 기반으로 AI와 지능화융합 연구 추이를 살펴보고, AI 연구에서 지능화융합 연구로의 이행 정도를 정량적으로 확인
 - 특허 빅데이터 기반의 유망분야 선정 방법론을 제안하고, 시범적용 및 성능평가

10) 조현정(2014), 국가 R&D 사업의 국제공동연구에서 협력특성과 특허성과의 관계에 대한 연구 - 공공연구기관을 중심으로, 지식재산연구.
 11) 김방룡·황성현(2009), 특허 정보를 활용한 IT 유망기술 도출에 관한 연구, 한국통신학회논문지.
 12) 김호용 외(2020), 바이오헬스 특허데이터를 활용한 인공지능 기반 미래 유망기술 예측, 한국기술혁신학회 학술대회.
 13) 강희종(2006), 특허 분석을 통한 유망 융합 기술 예측에 관한 연구, 국민대 박사학위논문.
 14) 최현홍·심동택(2020), 텍스트마이닝을 적용한 ICT융합 트렌드 분석, 한국혁신학회지.
 15) 박대민(2016), 장기 시계열 내용 분석을 위한 뉴스 빅데이터 분석의 활용 가능성, 한국언론학회.

4 연구 프레임

◆ 본 연구는 융합연구 확산 분석, 지능화융합 주제 식별, 그리고 최종 유망 지능화 융합 주제 선정의 3가지 단계로 구성

- (Step 1: 융합연구 확산 분석) AI 미국 특허를 수집하고, 분류 기준을 수립하여 순수 AI 특허와 융합 특허를 구분하고, 확산 추이를 분석
 - ※ IPC 코드와 키워드를 활용하여 AI 특허를 수집하고, IPC 코드를 기준으로 Domain 과의 융합 특허 구분
 - ※ 확산 분석을 위해 Python을 이용한 기초 통계 분석 코딩 수행

- (Step 2: 지능화융합 주제 식별) ‘Step 1’에서 분류된 지능화융합 특허를 대상으로, 토픽모델링 수행을 통한 지능화융합 특허들의 연구주제 식별
 - ※ Python에서 제공되는 토픽모델링 패키지인 Gensim을 활용하여, 최적 토픽수 선정 → 해당 토픽수에서 최적화 과정을 수행

- (Step 3: 유망 지능화융합 분야 선정) ‘Step 2’에서 식별된 연구주제를 대상으로, 유망 분야 선정 기준을 수립 및 적용하여 최종 유망 지능화융합 분야를 선정
 - ※ 기존 문헌 리뷰를 기반으로 유망 분야 선정 기준을 수립하고, 식별된 지능화융합 주제를 대상으로 적용
 - ※ 해외 주요 기관들(미국 특허 대상의 분석으로 영어권 예측자료 활용)의 주요 전망 자료와 결과를 비교하여 연구방법론의 성능을 검증

표 2 연구 프레임

단계	활동	비고
Step 1: 융합연구 확산 분석	<ul style="list-style-type: none"> • AI 및 지능화융합 특허 수집 • 특허 분류 (AI, AI+ICT, AI+Domain) • 확산 분석 (성장률, 점유율, 시장/기술 영향력) 	<ul style="list-style-type: none"> • IPC 코드 분류 • 기초 통계 분석을 위한 코딩
Step 2: 지능화융합 주제 식별	<ul style="list-style-type: none"> • 토픽모델링 <ul style="list-style-type: none"> - 전처리: 불용어 사전 작성, 표제어 변환, 명사/형용사 추출 - 최적 토픽 수 선정 시뮬레이션 - 신뢰도 점수 확보 시뮬레이션 	<ul style="list-style-type: none"> • Gensim 패키지 (Python) <ul style="list-style-type: none"> - LDA 모형 - Trigram 기법
Step 3: 유망 지능화융합 주제 선정	<ul style="list-style-type: none"> • 유망 분야 선정 기준 수립 및 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 유망 분야 관련 문헌 리뷰 • 주요 기관의 최신 전망 자료와 비교 분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 유망 분야 관련 문헌 리뷰 • 해외 주요 기관의 '20, '21년 전망 결과 비교

II 지능화융합의 확산 동향

1 인공지능 및 지능화융합 특허 데이터 수집

- (AI 특허) 관련성 높은 특허를 추출하기 위해 김대정 외(2019)를 수정한 AI 키워드와 특허청에서 제공하는 ‘국가과학기술표준분류체계’를 참고한 IPC(International Patent Classification) 코드를 모두 만족하는 검색식을 이용하여 특허 데이터 수집
 - ※ (키워드 검색 사례) 김대정 외(2019)는 인공지능, 인공지능경망, 딥러닝, 학습, 추론, 인식, 인공지능칩과 관련된 영어 단어를 활용하여 미국과 중국 특허 데이터에서 문서를 검색¹⁶⁾ 하였으며, 황서이·김문기(2019)는 제목, 초록, 주제어에서 ‘인공지능’ 혹은 ‘AI’를 포함한 국내학술논문을 활용¹⁷⁾
 - ※ (AI 관련 IPC 코드 연구) Kim et al.(2018)는 사례연구를 통해 AI와 연관이 높은 IPC 코드를 도출¹⁸⁾하였으며, 특허청에서는 ‘국가과학기술표준분류체계’에서 ‘정보/통신 - 인공지능’에 대응하는 IPC 코드를 제시

표 3 본 연구에서의 AI 특허 검색식

비고	검색식
키워드 ¹⁾	((("artificial intelligence" or "AI" adj (chip* algorithm* comput* semicon*)) or ((deep* machine*) adj (learning* training* neural*)) or ((neuro* neural* neuromorphic* feedforward* bionic*) adj (processing* network* comput* engine* chip*)) or ((inference* reasoning* recognition* prediction* recommendation* identify*) adj (application* workload*)))key
IPC ²⁾	(B60R* B60W* G01C* G05D* G06F* G06K* G06N* G06Q* G06T* G08G* G10L* H01L* H04N*).ipc

※ 주 1) 김대정 외(2019) 수정

2) 국가과학기술표준분류체계(특허청) 활용, 이후 분석에서 B60R*, B60W*, G08G*은 ‘교통 + AI’로 간주

- (Domain 특허) 특허청의 ‘산업(KSIC)과 특허(IPC) 연계표 (61개 산업으로 분류)’를 기준으로 가장 상세한 분류기준을 가지고 있는 ‘국가과학기술표준분류와 특허(IPC) 연계표 (14,698개 분류)’를 보완적으로 활용하여 Domain 별 IPC 코드 식별
 - ※ ‘산업기술분류와 특허(IPC) 연계표’는 9,459개 분류되어 있어, 보다 상세한 ‘국가과학기술표준분류와 특허(IPC) 연계표’ 활용

16) 김대정 외(2019), Comparative analysis of US and China artificial intelligence patents trends, *Journal of The Korea Society of Computer and Information*.

17) 황서이·김문기(2019), 국내 인공지능분야 연구동향 분석 -토픽모델링과 의미연결망분석을 중심으로, 디지털콘텐츠학회논문지.

18) Kim et al.(2018), Sustainable technology analysis of artificial intelligence using bayesian and social network models, *Sustainability*.

표 4 본 연구에서의 Domain 특허 IPC 코드

Domain	산업/기술표준분류	IPC 코드 ¹⁾
ICT (AI제외)	<ul style="list-style-type: none"> 반도체 제조업; 전자부품 제조업; 컴퓨터 및 주변장치 제조업; 통신 및 방송 장비 제조업; 영상 및 음향기기 제조업; 마그네틱 및 광학 매체 제조업; 컴퓨터 프로그래밍, 정보서비스업 (산업분류) 	B05D* B41J* B81B* B81C* B82B* B82Y* C30B* G02F* G03B* G03H* G06D* G06E* G06G* G06J* G09C* G11B* G11C* G12B* H01C* H01F* H01G* H01J* H01P* H01Q* H01S* H03B* H03C* H03D* H03F* H03G* H03H* H03J* H03K* H03L* H03M* H04B* H04H* H04J* H04K* H04L* H04M* H04Q* H04R* H04S* H04W* H05K* H99Z*
농축수산	<ul style="list-style-type: none"> 농림어업 (산업분류) 농림수산물 - 식품 제외 (기술분류) 	A01B* A01C* A01D* A01G* A01H* A01K* A01M* A01N* B07C* B25B* B25J* C05B* C05C* C05D* C05G* C09K*
의료	<ul style="list-style-type: none"> 의료용 물질 및 의약품 제조업 (산업분류) 의료용 기기 제조업 (산업분류) 	A61B* A61C* A61D* A61F* A61G* A61H* A61J* A61K* A61L* A61M* A61N* A61P* A62B* B01L* C07J* C07K* H05G*
교통	<ul style="list-style-type: none"> 자동차 제조업 (산업분류) 항공기 제조업 (산업분류) 정보/통신 - ITS/텔레메틱스 (기술분류) 건설/교통 - 교통 (기술분류) 	B21K* B28D* B60B* B60D* B60F* B60G* B60H* B60J* B60K* B60L* B60M* B60N* B60P* B60Q* B60R* B60S* B60T* B60W* B61B* B61C* B61D* B61F* B61G* B61H* B61K* B61L* B62D* B64B* B66C* B66D* B66F* C04B* E01B* E01D* E05F* F02M* F02N* F02P* F16D* F16F* F16H* F16J* F21K* F21S* F21V* F21W* G01G* G01P* G05G* G07C* G08G* H02G* H05B*
국방	<ul style="list-style-type: none"> 무기 및 총포탄 제조업 (산업분류) 전투용차량 제조업 (산업분류) 기계 - 국방플랫폼 (기술분류) 재료 - 국방소재 (기술분류) 	B22F* B28B* B41F* B63B* B63G* B63H* B64C* B64D* B64F* B64G* C06B* C06C* C06F* C09B* C09J* C21D* C22C* C23C* D01F* F02B* F02C* F02K* F16L* F22D* F23R* F41A* F41B* F41C* F41F* F41G* F41H* F41J* F42B* F42C* G01S* G16C*
에너지	<ul style="list-style-type: none"> 전동기, 발전기 및 전기변환, 공급, 제어 장치 제조업 (산업분류) 전기, 가스, 증기, 수도 (산업분류) 에너지/자원 - 발전, 송·배전 (기술분류) 에너지/자원 - IT 전력 (기술분류) 에너지/자원 - 신재생에너지 (기술분류) 에너지/자원 - 원자력 (기술분류) 	A23L* A42C* A62C* B21B* B21D* B23K* B65G* C10B* C10G* C10J* C10K* C10L* C22B* C22F* C23F* C25B* C25C* C25D* C25F* F01D* F01K* F02D* F03B* F03C* F03D* F03G* F03H* F04D* F15B* F16C* F17C* F17D* F22B* F23B* F23C* F23H* F23J* F23K* F23N* F24D* F24S* F24T* F25B* F27D* F28D* F28F* F99Z* G01R* G21B* G21C* G21D* G21G* G21H* G21J* G21K* H01H* H01M* H02B* H02H* H02J* H02K* H02M* H02N* H02P* H02S* H05H*
환경	<ul style="list-style-type: none"> 하수, 폐기물처리, 원료재생, 환경복원 (산업분류) 기계 - 수처리 (기술분류) 에너지/자원 - 온실가스 (기술분류) 환경 - 대기, 수질, 오염 (기술분류) 건설/교통 - 상하수도 시스템 (기술분류) 	A23K* A62D* B01D* B02B* B02C* B03B* B03C* B03D* B03F* B04C* B05B* B07B* B09B* B09C* B28B* B29B* B63C* B65D* B65F* C02F* C03B* C05F* C11D* C21B* D01D* D04B* D06C* D06N* D06P* E01C* E03B* E03C* E03F* E04F* E04G* E04H* E06B* E21C* E21D* F01N* F01P* F04B* F04C* F04F* F23D* F23G* F24F* F24H* F25J* G01T* G01W* G16H* G16Z* G21F*

※ 주: 1) IPC 코드는 서버클래스까지만 활용

- (융합 특허) 본 연구에서는 하나의 특허가 서버클래스 기준으로 두 개 이상의 IPC 코드 분류로 구성되어 있는 것을 융합 특허로 간주¹⁹⁾²⁰⁾

※ 하나의 특허가 두 개 이상의 상이한 분야의 키워드를 가지거나, 또는 융합이 별도의 영역을 형성한 경우도 융합 특허로 볼 수 있음 (예를 들어, 디지털헬스케어, 스마트제조)

- (특허 데이터 수집) WIPS를 통해 최근 약 10년('11.1.1. ~ '21.7.31.) 동안의 미국 공개 특허를 대상으로 AI 특허를 수집한 후, IPC 코드를 활용하여 순수 AI 특허와 융합 특허를 구분

- 전체 AI 특허는 30,394건을 수집하였으며, 이 중 순수 AI 특허는 19,424건이며, 융합 특허는 10,970건을 식별

※ 특허는 출원 - 공개 - 등록의 단계를 거치는 데, 출원을 기준으로 검색 시 상대적으로 시간적 관점을 잘 반영할 수 있으나 공개되지 않는 특허 정보는 제외되어 있어 특허 활동적인 관점을 반영하기 어려움. 공개를 기준으로 검색 시 등록에 비해 시차가 앞서며 등록되지 않은 특허활동을 포함 가능

표 5 수집 특허

	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	합계
AI 전체	258	292	354	457	651	975	1,710	3,398	6,074	9,494	6,731	30,394
AI only	179	223	251	339	436	674	1,102	2,181	3,863	5,899	4,277	19,424
AI + ICT(AI제외) only	41	20	44	58	115	167	283	497	822	1,250	754	4,051
AI + Domain only	35	38	51	53	91	118	278	636	1,234	2,135	1,562	6,231
AI + ICT + Domain	3	11	8	7	9	16	47	84	155	210	138	688

※ 주: Current IPC 코드를 기준으로 구분, '21은 1월~7월 까지의 자료임

19) 백현미·김명숙(2013), 특허 네트워크 분석을 통한 융합 기술 트렌드 분석: 한국·미국·유럽·일본의 특허데이터를 중심으로, 벤처창업연구.

20) 김경수·조남욱(2021), 특허 마이닝을 이용한 국방과학기술 연결망 연구, Korean Society for Quality Management.

2 지능화융합의 전반적 동향

- (지능화융합이 AI 특허 성장 견인) '16년 이후 AI 특허는 연평균 63.4%, 이중 지능화융합 특허 성장이 연평균 약 80%로 지능화융합이 AI 특허 성장을 견인
 - 전체 AI 특허는 연평균 63.4%('16년 이후)로 고성장, 특히 '18년이 직전 연도에 비해 가장 큰 성장을 보여 특허 공개 시차를 고려 시 알파고 이벤트('16년)의 큰 영향을 유추 가능
 - 특허 AI와 Domain간 결합된 지능화융합 특허의 성장이 연평균 약 80% 이상이며, 전체 AI 특허 점유율도 점진적으로 증가하는 등 AI 특허 성장을 견인
 - 또한 지능화융합 특허의 성장률은 순수 AI 특허보다 이른 '17년에 나타났는데, 이는 응용기술 개발을 위한 기반 기술의 준비가 잘되어 있었기 때문으로 판단

- (개별 특허 파급력은 감소, 특허 전체 시장파급력은 증가) 개별 특허의 파급력은 감소하고 있으나, 특허 수의 증가로 전체 특허의 시장파급력은 여전히 증가세
 - ※ 기술파급력은 인용수를 기준으로 판단, 시장파급력은 패밀리수를 기준으로 판단하였음
 - 전체 AI 특허의 기술파급은 다소 약화되는 추세, 시장파급은 전체 합산 기준으로 '19년까지는 급증하다 최근 증가세가 주춤한 상황이며 개별 특허 기준 시장파급력 지속 감소 중
 - 지능화융합 부분도 파급효과와 추이는 전체 AI 특허와 유사하나, 개별 특허 기준 순수 AI 특허 대비 기술파급은 낮고 시장파급은 높은 경향

표 6 AI 및 지능화융합 특허 동향

		'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	합계
AI 전체													
특허	특허수	258	292	354	457	651	975	1,710	3,398	6,074	9,494	6,731	30,394
	성장률		13.2%	21.2%	29.1%	42.5%	49.8%	75.4%	98.7%	78.8%	56.3%	21.5%	63.4%
인용수		7,224	7,921	9,566	11,377	11,123	13,000	17,476	18,251	13,205	4,345	142	113,630
패밀리수		2,021	2,006	3,213	6,556	5,110	8,796	16,349	23,027	40,630	52,600	31,590	191,898
인용수(특허당)		28.0	27.1	27.0	24.9	17.1	13.3	10.2	5.4	2.2	0.5	0.02	3.7
패밀리수(특허당)		7.8	6.9	9.1	14.3	7.8	9.0	9.6	6.8	6.7	5.5	4.7	6.3
AI only													
특허	특허수	179	223	251	339	436	674	1,102	2,181	3,863	5,899	4,277	19,424
	성장률		24.6%	12.6%	35.1%	28.6%	54.6%	63.5%	97.9%	77.1%	52.7%	24.3%	61.7%
	비중	69.4%	76.4%	70.9%	74.2%	67.0%	69.1%	64.4%	64.2%	63.6%	62.1%	63.5%	63.9%
인용수		5,576	5,751	6,676	8,159	7,448	9,302	10,341	11,458	8,250	2,589	81	75,631
패밀리수		1,299	1,565	2,251	4,173	3,113	5,532	9,103	12,836	20,406	28,590	17,809	106,677
인용수(특허당)		31.2	25.8	26.6	24.1	17.1	13.8	9.4	5.3	2.1	0.4	0.02	3.9
패밀리수(특허당)		7.3	7.0	9.0	12.3	7.1	8.2	8.3	5.9	5.3	4.8	4.2	5.5

	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	합계
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----

ICT 내 융합 - AI+ICT(AI제외) only

특허	특허수	41	20	44	58	115	167	283	497	822	1,250	754	4,051
	성장률		-51.2%	100%	31.8%	98.3%	45.2%	69.5%	75.6%	65.4%	52.1%	3.4%	51.9%
	비중	15.9%	6.8%	12.4%	12.7%	17.7%	17.1%	16.5%	14.6%	13.5%	13.2%	11.2%	13.3%
인용수	1,131	935	1,504	1,959	2,088	2,234	4,232	2,974	2,204	693	31		19,985
패밀리수	438	174	377	432	1,116	2,100	3,346	4,098	5,867	7,292	4,994		30,234
인용수(특허당)	27.6	46.8	34.2	33.8	18.2	13.4	15.0	6.0	2.7	0.6	0.04		4.9
패밀리수(특허당)	10.7	8.7	8.6	7.4	9.7	12.6	11.8	8.2	7.1	5.8	6.6		7.5

지능화융합 - AI+Domain only

특허	특허수	35	38	51	53	91	118	278	636	1,234	2,135	1,562	6,231
	성장률		8.6%	34.2%	3.9%	71.7%	29.7%	135.0%	128.8%	94.0%	73.0%	25.4%	81.1%
	비중	13.6%	13.0%	14.4%	11.6%	14.0%	12.1%	16.3%	18.7%	20.3%	22.5%	23.2%	20.5%
인용수	495	733	1,179	1,066	1,392	1,246	2,117	3,243	2,504	934	29		14,938
패밀리수	266	216	492	1,893	659	832	2,934	4,822	8,885	13,042	7,810		41,851
인용수(특허당)	14.1	19.3	23.1	20.1	15.3	10.6	7.6	5.1	2.0	0.4	0.02		2.4
패밀리수(특허당)	7.6	5.7	9.6	35.7	7.2	7.1	10.6	7.6	7.2	6.1	5.0		6.7

지능화융합 - AI+ICT+Domain

특허	특허수	3	11	8	7	9	16	47	84	155	210	138	688
	성장률		266.7%	-27.3%	-12.5%	28.6%	77.8%	198.8%	78.7%	84.5%	35.5%	12.7%	80.5%
	비중	1.2%	3.8%	2.3%	1.5%	1.4%	1.6%	2.7%	2.5%	2.6%	2.2%	2.1%	2.3%
인용수	22	502	207	193	195	218	786	576	247	129	1		3,076
패밀리수	18	51	93	58	222	332	966	1,271	5,472	3,676	977		13,136
인용수(특허당)	7.3	45.6	25.9	27.6	21.7	13.6	16.7	6.9	1.6	0.6	0.01		4.5
패밀리수(특허당)	6.0	4.6	11.6	8.3	24.7	20.8	20.6	15.1	35.3	17.5	7.1		19.1

※ 주: 특허 성장률은 전년 대비 성장률이며 '21년은 추정치로 산정. 합계의 경우 특허수, 인용수, 패밀리수는 누적 합계; 성장률은 '16년 이후의 평균; 비중은 전체 대비 분야의 비중; 인용수(특허당)와 패밀리수(특허당)는 합계 기준

3 지능화융합의 도메인별 동향

- (국방, 교통, 환경 등의 도메인이 성장률 견인) 지능화융합 특허의 전체 성장률은 '16년 이후 연평균 80.7%로 고성장이었으며, 국방, 교통, 환경의 성장률이 특히 높음
 - 지능화융합의 세부 도메인별로는 '16년 이후 연성장률 평균이 농축수산 93.2%, 의료 63.8%, 교통 153.1%, 국방 191.0%, 에너지 73.6%, 환경 131.5% 등으로 성장
 - 농축수산, 교통, 국방, 에너지 도메인은 타 도메인대비 보다 빠르게 고성장을 보였으며, 의료와 환경은 비교적 최근에 급성장을 보이는 도메인
- (교통 및 의료 도메인은 상대적 높은 파급력) 개별 지능화융합 특허의 영향력은 감소하고 있으나, 특허 수의 증가로 전체 시장 파급력은 여전히 증가세에 있으며, 교통 및 의료 도메인이 상대적으로 파급력이 높게 나타남
 - 지능화융합 특허의 기술파급(인용수 기준)은 AI 특허와 유사하게 다소 약화되는 추세이며, 시장파급(패밀리수 기준)은 전체 합산 기준으로는 '19년 까지는 급증하다 최근 증가세가 주춤한 상황이며 개별 특허 기준으로는 시장파급력이 지속 감소 중
 - 기술파급의 경우 총 인용 수는 의료(4,102개)와 교통(3,740개)이 가장 높으며, 개별 특허별 인용 수 또한 의료(3.1개)와 교통(3.3)이 가장 높게 나타나는 등 의료와 교통 지능화가 상대적으로 높은 기술파급 효과를 보임
 - 시장파급의 경우 총 패밀리 특허 수는 환경(11,391개), 교통(10,332개), 의료(10,010개)의 순으로 높게 나타났으며, 특허 하나 당 패밀리 특허 수는 교통(9.0개), 의료(7.5개)의 순으로 높게 나타남

표 7 지능화융합 도메인별 특허 동향

		'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	합계
지능화융합 - AI+Domain only, AI+ICT+Domain													
특허	특허수	38	49	59	60	100	134	325	720	1,389	2,345	1,700	6,919
	성장률		28.9%	20.4%	1.7%	66.7%	34.0%	142.5%	121.5%	92.9%	68.8%	24.3%	80.7%
인용수		517	1,235	1,386	1,259	1,587	1,464	2,903	3,819	2,751	1,063	30	18,014
패밀리수		284	267	585	1,951	881	1,164	3,900	6,093	14,357	16,718	8,787	54,987
인용수(특허당)		13.6	25.2	23.5	21.0	15.9	10.9	8.9	5.3	2.0	0.5	0.02	2.6
패밀리수(특허당)		7.5	5.4	9.9	32.5	8.8	8.7	12.0	8.5	10.3	7.1	5.2	7.9

		'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	합계
농축수산 지능화													
특허	특허수	1	0	2	0	5	7	19	51	56	124	107	372
	성장률		-	-	-	-	40.0%	171.4%	168.4%	9.8%	121.4%	47.9%	93.2%
	비중	2.6%	0.0%	3.4%	0.0%	5.0%	5.2%	5.8%	7.1%	4.0%	5.3%	6.3%	5.4%
인용수		12	0	29	0	200	44	107	234	88	40	3	757
패밀리수		2	0	11	0	87	88	217	294	362	633	402	2,096
인용수(특허당)		12.0	-	14.5	-	40.0	6.3	5.6	4.6	1.6	0.3	0.03	2.0
패밀리수(특허당)		2.0	-	5.5	-	17.4	12.6	11.4	5.8	6.5	5.1	3.8	5.6
의료 지능화													
특허	특허수	9	7	5	13	30	43	74	128	289	436	299	1,333
	성장률		-22.2%	-28.6%	160.0%	130.8%	43.3%	72.1%	73.0%	125.8%	50.9%	17.6%	63.8%
	비중	23.7%	14.3%	8.5%	21.7%	30.0%	32.1%	22.8%	17.8%	20.8%	18.6%	17.6%	19.3%
인용수		168	190	45	382	526	426	641	799	678	243	4	4,102
패밀리수		73	23	35	159	242	401	1,523	1,367	2,204	2,301	1,682	10,010
인용수(특허당)		18.7	27.1	9.0	29.4	17.5	9.9	8.7	6.2	2.3	0.6	0.01	3.1
패밀리수(특허당)		8.1	3.3	7.0	12.2	8.1	9.3	20.6	10.7	7.6	5.3	5.6	7.5
교통 지능화													
특허	특허수	3	3	7	7	11	7	50	127	222	408	305	1,150
	성장률		0.0%	133.3%	0.0%	57.1%	-36.4%	614.3%	154.0%	74.8%	83.8%	28.2%	153.1%
	비중	7.9%	6.1%	11.9%	11.7%	11.0%	5.2%	15.4%	17.6%	16.0%	17.4%	17.9%	16.6%
인용수		52	117	547	243	154	165	779	1,009	482	188	4	3,740
패밀리수		36	5	152	1,512	51	32	939	1,898	1,554	2,910	1,243	10,332
인용수(특허당)		17.3	39.0	78.1	34.7	14.0	23.6	15.6	7.9	2.2	0.5	0.01	3.3
패밀리수(특허당)		12.0	1.7	21.7	216.0	4.6	4.6	18.8	14.9	7.0	7.1	4.1	9.0
국방 지능화													
특허	특허수	2	3	3	1	1	6	25	66	116	179	141	543
	성장률		50.0%	0.0%	-66.7%	0.0%	500.0%	316.7%	164.0%	75.8%	54.3%	35.0%	191.0%
	비중	5.3%	6.1%	5.1%	1.7%	1.0%	4.5%	7.7%	9.2%	8.4%	7.6%	8.3%	7.8%
인용수		17	28	29	4	16	96	291	461	272	58	0	1,272
패밀리수		10	20	18	5	2	21	596	520	1,084	846	638	3,760
인용수(특허당)		8.5	9.3	9.7	4.0	16.0	16.0	11.6	7.0	2.3	0.3	0.00	2.3
패밀리수(특허당)		5.0	6.7	6.0	5.0	2.0	3.5	23.8	7.9	9.3	4.7	4.5	6.9
에너지 지능화													
특허	특허수	6	2	5	2	11	8	25	52	93	162	90	456
	성장률		-66.7%	150.0%	-60.0%	450.0%	-27.3%	212.5%	108.0%	78.8%	74.2%	-4.8%	73.6%
	비중	15.8%	4.1%	8.5%	3.3%	11.0%	6.0%	7.7%	7.2%	6.7%	6.9%	5.3%	6.6%
인용수		150	8	79	24	87	42	183	193	145	110	1	1,022
패밀리수		50	13	41	2	46	52	315	280	433	1,048	323	2,603
인용수(특허당)		25.0	4.0	15.8	12.0	7.9	5.3	7.3	3.7	1.6	0.7	0.01	2.2
패밀리수(특허당)		8.3	6.5	8.2	1.0	4.2	6.5	12.6	5.4	4.7	6.5	3.6	5.7
환경 지능화													
특허	특허수	2	7	5	7	9	37	53	160	348	628	493	1,749
	성장률		250.0%	-28.6%	40.0%	28.6%	311.1%	43.2%	201.9%	117.5%	80.5%	34.6%	131.5%
	비중	5.3%	14.3%	8.5%	11.7%	9.0%	27.6%	16.3%	22.2%	25.1%	26.8%	29.0%	25.3%
인용수		22	201	88	116	171	333	444	763	800	294	10	3,242
패밀리수		28	23	24	59	39	357	846	1,395	2,448	3,353	2,819	11,391
인용수(특허당)		11.0	28.7	17.6	16.6	19.0	9.0	8.4	4.8	2.3	0.5	0.02	1.9
패밀리수(특허당)		14.0	3.3	4.8	8.4	4.3	9.6	16.0	8.7	7.0	5.3	5.7	6.5

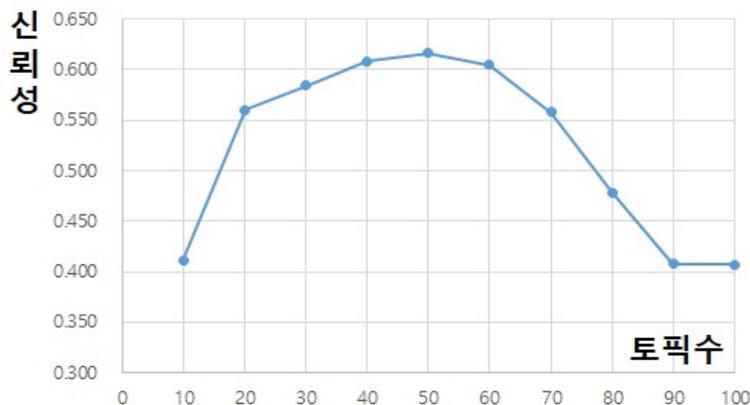
* 주: 특허 성장률은 전년 대비 성장률이며 '21년은 추정치로 산정. 합계의 경우 특허수, 인용수, 패밀리수는 누적 합계; 성장률은 '16년 이후의 평균; 비중은 전체 대비 도메인의 비중; 인용수(특허당)와 패밀리수(특허당)는 합계 기준

Ⅲ 지능화융합 유망 분야 선정 방법론 및 적용

1 지능화융합 특허 데이터의 토픽모델링

- (토픽모델링) 토픽모델링은 방대한 데이터에서 함축적인 정보를 효과적으로 추출하는 방법으로²¹⁾, 본 연구에서는 Python에서 제공되는 패키지인 Gensim을 활용하여 LDA 방법으로 토픽모델링을 수행
- (대상 특허) 지능화융합(AI+Domain, AI+non_AI_ICT+Domain) 특허 6,919건을 분석 대상 특허로 선정하였으며, 발명의 명칭 field를 기초데이터로 사용
 - ※ 대표청구항 및 요약은 주변 설명이 많아 토픽모델링의 신뢰성이 확보되지 않았음
- (전처리) 빈도가 높은 단어 중, 관용적인 표현의 단어들은 불용어 처리*를 하였으며, NLTK 패키지를 이용하여 표제어 처리를 한 후 명사와 형용사를 추출
 - * system, method, first, second, comprising, device, and/or, apparatus, feature, example, invention, plurality, technique
- (결과) 인간의 판단과 높은 상관관계를 보인다는 Cv(Cross-validation) 모델에서 제공하는 신뢰성 점수가 가장 높은 토픽수(50개)를 선정하고, 해당 토픽수를 고정한 후 20회의 시뮬레이션을 통해 가장 높은 신뢰성 점수가 나온 학습 결과를 최종 결과로 활용
 - ※ 최종적으로 50개 토픽수에 대해 신뢰성 점수 0.635인 수용 가능한 기계학습 결과를 확보²²⁾

그림 1 토픽모델링 - 토픽수 결정



21) Barde & Bainwad(2017), An overview of topic modeling methods and tools, ICICCS 2017.

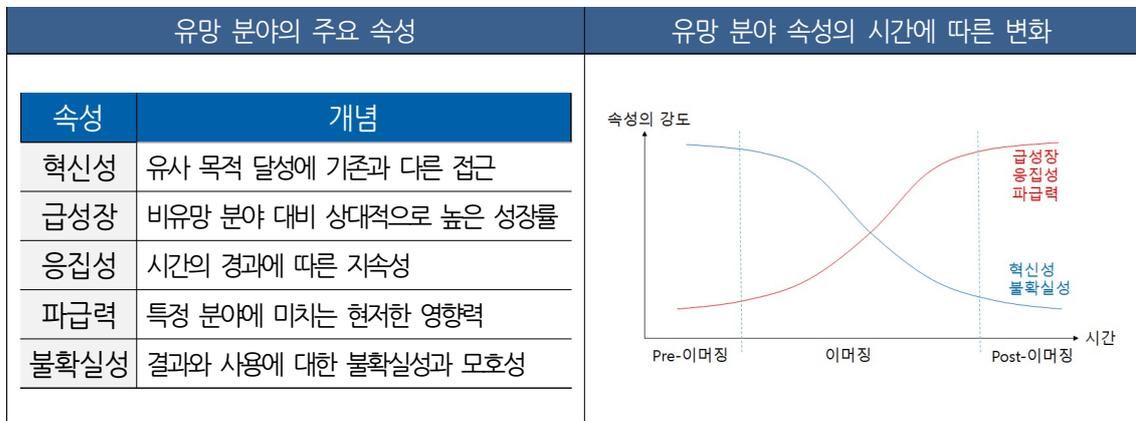
22) (Open community) Stackoverflow, <https://stackoverflow.com/>.

2 지능화융합 유망 분야의 선정

2 유망 분야의 속성

- Rotolo et al.(2015)²³⁾는 기존 문헌들을 메타 분석하여 유망 분야의 핵심 속성을 혁신성, 급성장(기존 연구에서 가장 자주 활용), 응집성, 파급력, 불확실성의 5가지로 제시하고, 시간에 따른 속성의 변화를 도식화
 - 유망 분야는 시간 경과에 따라, pre-emergence, emergence, post-emergence로 구분할 수 있으며,
 - 성장성, 응집성, 파급력의 경우 시간이 경과함에 따라 증가하며, 특히 emergence 단계에서 급속 성장
 - 반대로 혁신성과 불확실성의 경우 시간이 경과함에 따라 감소하며, 특히 emergence 단계에서 급감
- ※ Wang(2018)²⁴⁾은 emerging research topics를 선정함에 있어 혁신성, 급성장, 응집성, 파급력의 4가지를 제시하였으며, Xu et al.(2021)²⁵⁾은 토픽모델링 사용으로 응집성 요건 해결로 간주

그림 2 유망 분야의 속성



※ 출처: Rotolo et al.(2015)를 참고하여 저자 작성

23) Rotolo et al.(2015), What is an emerrging technology?, *research policy*.

24) Wang(2018), A bibliometric model for identifying emerging research topics, *journal of the association for information science and technology*.

25) Xu et al.(2021), A topic models based framework for detecting and forecasting emerging technologies.

■ 유망 지능화융합 분야

- 본 연구에서는 특히 데이터를 활용하여, 유망성의 5가지 속성을 기준을 모두 만족하는 것으로 판단되는 토픽을 유망 분야로 평가
- 혁신성, 성장률, 응집성, 파급력은 동태적 관점에서 평가하였으며, 불확실성을 대리하는 변수인 점유율은 정태적 관점과 동태적 관점을 결합하여 평가
 - (혁신성) 기존에 존재하지 않던 것이 최근에 등장하는지 여부로 판단하며, ‘혁신적이지 않음’으로 평가되는 토픽을 제외
 - (급성장) 최근 상대적으로 높은 성장률을 보이는지 여부로 판단하며, 전체 토픽들의 성장률 평균치를 하회하는 토픽은 제외
 - (응집성) smooth 한 성장 곡선을 보이는지 여부로 판단하며, 응집성이 없는 것으로 판단되는 토픽을 제외
 - (파급력) 인용수를 기준으로 기술파급을 판단하고 패밀리수를 기준으로 시장파급을 판단하며, 기술파급과 시장파급이 모두 평균치를 하회하는 토픽을 제외
 - (불확실성) 불확실성에 대한 평가는 토픽의 점유율과 성장률을 동시 고려하는데, 점유율이 높고 성장률이 낮은 토픽은 불확실성이 낮은 것으로 간주
- 이상의 필터링 과정을 통해 이상/돌출상황 감지, 이미지 처리, 오류 검출 등 10개 토픽을 지능화융합 유망 분야로 선정
 - 핵심 키워드와 해당 토픽의 대표적인 특허를 기반으로 유망 분야의 주제를 명명
 - ※ 핵심 키워드는 토픽 비중이 가장 높은 10개 키워드 중 사람의 이해 측면에서 해석이 용이한 5개의 키워드를 선택하였으며, 해당 토픽에 기여도가 높은 특허를 대표적인 특허로 선택
 - 각 주제는 특정 도메인에 한정되기 보다는 여러 도메인에 공통으로 나타나는 경향
 - ※ ‘딥러닝 기반의 예측’, ‘기계 학습 방법 및 데이터 획득’, ‘디바이스 제어’는 특정 도메인에 한정하기 어렵거나 도메인 전반에 공통적인 분야
 - ※ ‘이상/돌출상황 탐지’, ‘오류 검출’, ‘공간에서의 물체/객체 감지’, ‘상태 진단/추정’은 2~3개 정도의 도메인에서 자주 등장하는 주제
 - ※ ‘이미지 처리’, ‘장비/시설 유지 보수’, ‘자율주행’은 특정 도메인에서 전형적으로 등장하는 주제

표 8 지능융합 유망 분야 선정 결과

주제 (주요 도메인)	키워드	혁신성 ¹⁾	성장률 ²⁾	응집성 ³⁾	파급력 ⁴⁾		점유율 ⁵⁾
					기술	시장	
이상/돌출상황 탐지 (복지, 교통, 금융)	detection, virtual, behavior, approach, fraud	1	56.3%	2	32.7%	13.0%	3.6%
이미지 처리 (의료)	image, fault, dental, microscope, slide	1	87.4%	2	89.9%	10.4%	3.6%
오류 검출 (제조, 의료)	algorithm, type, damage, medication, perception	1	61.9%	1	27.9%	-43.2%	0.8%
공간에서의 물체/객체 감지 (제조, 교통)	object, radar, inspection, depth, continuous	1	51.8%	1	30.0%	0.0%	2.0%
장비/시설 유지 보수 (도시)	operation, detector, diagnostics, reinforcement, maintenance	1	40.0%	1	202.4%	-53.8%	0.9%
딥러닝 기반의 예측 (전분야)	prediction, deep_learning, machine-learning, report, sensing	1	65.5%	2	-47.7%	157.3%	3.2%
기계 학습 방법 및 데이터 획득 (전분야)	machine, model, decision, training, non-transitory	1	109.3%	2	-15.2%	-19.4%	4.8%
상태 진단/추정 (교통/도로, 의료)	condition, estimation, sequence, infrastructure, graphical	1	43.2%	2	92.4%	-47.1%	1.3%
디바이스 제어/자동화 (전분야)	control, status, motor, additive_manufacturing, adjustment	1	62.2%	2	-44.0%	3.2%	4.5%
자율주행 (교통)	vehicle, autonomous_vehicle, automatic, map, driving	1	89.0%	2	39.8%	-17.1%	4.2%

- ※ 주: 1) 혁신성은 '매우 혁신적'(2), '혁신적'(1), '혁신적이지 않음'(0)으로 구분
 2) 성장률은 '20 이후 공개 특허 수의 과거 누적('11~'19) 대비 증가율로 산정
 3) 응집성은 '응집성이 매우 높음'(2), '응집성이 높음'(1), '응집성이 높지 않음'(0)으로 구분
 4) 기술파급은 '19~'20의 조정된 인용 수의 과거 대비 증가율, 시장파급은 '20 이후 패밀리 특허 수의 과거 대비 증가율
 5) 점유율은 해당 토픽에서의 특허 수가 전체 특허 수에서 차지하는 비율

3 결과 비교: 해외 주요 기관들의 유망 분야 전망

▶ 단기적으로 부각된/부각되는 융합 분야

- MIT와 Stanford university는 '21년 올해의 가장 중요하거나 주목할 만한 기술을, Gartner와 PwC는 차년도의 중요 기술과 분야를 인사이트 기반으로 선정
- 단기적 관점에서는 코로나-19에 대응하기 위한 백신 및 안전, 원격화 등 분야의 중요성이 부각되고 있음
- 지능화융합과 관련, 코로나 백신(복지), 신약 발굴, 헬스케어(의료), 친환경 수소 에너지(에너지), 디지털 추적, 감시(행정/복지), 가짜 식별, 사기 탐지(안전), 컴퓨터 비전의 응용(전분야), 자동화(사무업무, 제조 등), 오류 식별(전분야), 의사 결정지원(전분야) 등이 부각

▶ 중장기적으로 유망한 분야

- Accenture와 Lux Research 등은 인류에게 긍정적인 혹은 큰 영향을 미칠 미래 기술을, IBM은 자체 개발 중인 신기술을 토대로 미래 유망 기술을 전망
- 중장기적 관점에서는 지속가능한 환경, AI의 기술 성숙에 따른 자율주행 및 의료 등 응용 분야의 중요성이 점쳐지고 있음
- 지능화융합과 관련, 디지털트윈(전분야), 지능형비서(업무), 자율주행, 차량 공유(교통), 바이오인포메틱스(의료), 항바이러스(복지), 친환경 수소 에너지(에너지), 대체 단백질, 정밀 농업(농축수산), 재료/물질 인포메틱스(재료), 합성 생물학, 플라스틱 재활용, 이산화탄소 변환(환경), 자동화(업무, 제조 등), 기계학습모델 정립(전분야), 공간 컴퓨팅(전분야) 등이 유망한 것으로 예측

표 9 해외 주요 기관들의 유망 분야 전망

구분	예측기관	유망 분야
단기적 관점	MIT (21)	(당해의 가장 중요한 기술 선정) 메신저 RNA 백신, GPT-3(Generative Pre-Training 3), TikTok 추천 알고리즘, 리튬 금속 배터리, 데이터 트러스트, 친환경 수소 에너지, 디지털 기반 접촉 추적, 초정밀 측위, 모든 것의 원격화(Remote everything), 다숙련 AI(Multi-skilled AI)

	Stanford University (21)	(당해의 AI Index: 주목할 내용 및 기술성과) - 신약 발굴을 위한 AI의 투자, 감시 기술의 저비용화와 속도향상 및 보편화, AI 윤리에 대한 합의 부족 등이 주목할 만한 변화 - 대표적인 기술적 성과로는 ①생성의 시대(Generative everything), ②컴퓨터 비전의 산업 적용, ③자연어 처리의 비약적 성능 향상, ④추론을 위한 새로운 분석, ⑤의료 및 바이오 분야에서의 게임체인저로서의 기계학습
	Gartner (20)	(차년도의 가장 중요한 전략 기술) ①행동 인터넷(Internet of behaviors), ②사이버보안 메시(Cybersecurity mesh), ③종합적 경험(Total experience), ④지능형 구성 가능 비즈니스(Intelligent composable business), ⑤초자동화(Hyperautomation), ⑥어디서나 작업(Anywhere operations), ⑦AI 엔지니어링(AI engineering), ⑧분산 클라우드(Distributed cloud), ⑨개인정보보호 강화 컴퓨팅(Privacy-enhancing computation)
	PwC (20)	(차년도의 가장 중요한 AI 응용 분야) ① 위험, 사기 및 사이버 보안 위협 관리, ② AI 윤리, 설명 가능성 및 편향 감지 개선, ③ 직원이 더 나은 결정을 내릴 수 있도록 지원, ④ 시뮬레이션 모델링을 사용하여 시나리오 분석, ⑤ 일상적인 작업 자동화
중장기적 관점	Accenture (20)	(더 나은 미래를 위해 수용해야 할 핵심 기술 트렌드) ①전략적인 스택: 기술 아키텍처(Stack Strategically) ②거울에 투영된 세계(Mirrored world), ③내가 기술자(I, Technologist) ④어디서나, 모든 곳에서(Anywhere, Everywhere) ⑤나에서 우리로(From Me to We)
	Lux Research (20)	(향후 10년 동안 가장 큰 영향을 미칠 기술) ①자율주행차(Autonomous vehicles), ②자연어 처리(Natural language processing), ③플라스틱 재활용(Plastic recycling), ④AI 센서(AI-enabled sensors), ⑤바이오 정보과학(Bioinformatics), ⑥친환경 수소 에너지(Green hydrogen), ⑦차량 공유(Shared mobility), ⑧대체 단백질(Alternative proteins), ⑨3D 프린팅(3D printing), ⑩재료 정보과학(Materials informatics), ⑪정밀 농업(Precision agriculture), ⑫합성 생물학(Synthetic biology)
	AIM Research (20)	(미래 기술 전망) ①클라우드의 어널리틱스 지원, ②자동화 및 지능형 기계가 중요한 역할, ③인간-기계 대화를 위한 NLP 모델, ④비전통적 영역으로 확장하는 이미징 기술, ⑤사이버보안에 AI 도입, ⑥기업의 실행 가능한 실시간 데이터 소비, ⑦고객이 우선, ⑧연합 학습(Federated learning) 및 반증(Counterfactuals)이 게임체인저, ⑨AIOps, MLOps 및 ITOps에 의한 프로세스 간소화, ⑩정책 및 규제 개입이 기계학습 모델 생성에 영향
	IBM (20)	(IBM 연구소가 개발 중인 신기술을 토대로 향후 5년 간 세상을 변화시킬 유망기술) ①CO2 전환(CO2 conversion), ②질소고정(Nitrogen fixation), ③에너지저장(Energy storage), ④포토레지스트(Photoresists), ⑤항바이러스제(Antivirals)
	WEF (20)	(향후 5년 내 인류에게 긍정적인 영향을 미칠 유망기술) ①무통주사 및 검사용 미세바늘(Microneedles for Painless Injections and Tests), ②태양에너지 화학(Sun-powered chemistry), ③가상 환자(Virtual patients), ④공간 컴퓨팅(Spatial computing), ⑤디지털 의료(Digital medicine), ⑥전기 항공(Electric aviation), ⑦저탄소 시멘트(Lower-carbon cement), ⑧양자 센싱(Quantum sensing), ⑨친환경 수소 에너지(Green hydrogen), ⑩전체 게놈 합성(Whole-genome synthesis)

※ 주: MIT Technology Review(2021.3.2.), 10 Breakthrough Technologies 2021; Stanford University(2021.3.), The AI Index 2021 Annual Report; 2) Gartner(2010.10.19.), Gartner's top tech predictions for 2021; PwC(2020), PwC AI Predictions 2021; Accenture, Technology vision 2021; Lux Research, Foresight 2021 - Top Emerging Technologies to Watch; AIMResearch(2020), Top Data Science & AI Trends to Watch Out For In 2021; IBM, 5 in 5; WEF, Top10 Emerging Technologies 참고

본 연구 결과와의 비교

- 본 연구에서 도출된 유망분야 10개 중 ‘장비/시설 유지 보수’와 ‘딥러닝 기반의 예측’을 제외한 8개 분야가 주요 연구기관 전망과 연관되는 등 특히 분석 결과의 활용도가 의미 있는 것으로 판단할 수 있음
- 다만 코로나-19 충격과 지구적 문제의 해결 노력에 따른 전망은 특히 분석과 같은 정량적인 방법으로는 예측이 어려운 한계
 - 코로나-19 충격에 따라 백신, 확진자 추적 등이 단기적으로 부각한 분야지만, 특히 데이터는 연구 시점과 공개 시점 간 시차가 존재하므로 가장 최신의 변화를 보기가 어려움
 - 주요 연구기관의 중장기 전망에는 지구적 문제의 해결과 같은 바람직함 측면이 상당히 반영되어 있으나 특히는 상업적 활용에 집중되어 있는 등 바람직하게 가야할 것과 상업적 활용 측면의 유망한 것 사이의 간극이 존재

그림 3 해외 주요 연구기관 전망과의 비교



※ 주: 유망 분야는 해외 주요기관들의 단기적-중장기적 관점들을 유형화 한 것이며, 볼드체 및 연결선 표시는 본 연구의 특히 분석 결과와 관련성이 높다고 판단되는 분야를 의미

IV 맺음말

1 결론

- 알파고의 돌풍 이후 AI 및 지능화융합 특허 활동은 고도의 성장세가 이어지고 있으며 기술과 시장의 양적인 파급 또한 지속적으로 증가하고 있으나 개별 특허의 파급은 다소 주춤해지는 경향
 - AI와 Domain간 결합된 지능화융합 특허의 성장이 전체 AI 특허 성장을 견인하는 등 AI 중심에서 지능화융합 중심으로 빠른 확산이 진행 중
 - 전체 AI 특허의 기술파급(인용수 기준)은 인용수가 누적임을 감안하더라도 다소 약화되는 추세이며, 시장파급(패밀리수 기준)은 전체 합산 기준으로는 '19년 까지는 급증하다 최근 증가세가 주춤한 상황이며 개별 특허 기준으로는 파급력이 지속 감소 중
- 지능화융합의 세부 도메인별로는 특허 수 증가율 측면에서는 국방, 교통, 농축수산 등을 중심으로 고성장을 보이고 있으며, 기술/시장의 파급력 측면에서는 의료, 교통 도메인이 가장 파급력이 높은 것으로 나타남
 - '16년 이후 연성장률 평균이 농축수산 93.2%, 의료 63.8%, 교통 153.1%, 국방191.0%, 에너지 73.6%, 환경 131.5% 등으로 성장
 - 기술파급을 나타내는 총 인용 수(의료 4,102개, 교통 3,740개)와 개별 특허별 인용 수(의료 3.1개, 교통 3.3개) 모두 의료와 교통이 상대적으로 가장 높게 나타남
 - 시장파급의 경우 총 패밀리 특허 수는 환경(11,391개), 교통(10,332개), 의료(10,010개)의 순으로 높게 나타났으며, 특허 하나 당 패밀리 특허 수는 교통(9.0개), 의료(7.5개)의 순
- Rotolo et al.(2015)의 연구에 기반하여 유망 분야 평가 기준을 혁신성, 급성장, 응집성, 파급력, 불확실성 측면에서 수립
 - (혁신성) 기준에 존재하지 않던 것이 최근에 등장하는지 여부로 판단하며, '혁신적이지 않음'으로 평가되는 토픽을 제외
 - (급성장) 최근 상대적으로 높은 성장률을 보이는지 여부로 판단하며, 전체 토픽들의 성장률 평균치를 하회하는 토픽은 제외
 - (응집성) smooth 한 성장 곡선을 보이는지 여부로 판단하며, 응집성이 없는 것으로 판단되는 토픽을 제외
 - (파급력) 인용수를 기준으로 기술파급을 판단하고 패밀리수를 기준으로 시장파급을 판단하며, 기술파급과 시장파급이 모두 평균치를 하회하는 토픽을 제외
 - (불확실성) 불확실성에 대한 평가는 토픽의 점유율과 성장률을 동시 고려하는데, 점유율이 높고 성장률이 낮은 토픽은 불확실성이 낮은 것으로 간주

- 유망 분야 방법론 적용 결과 10개의 유망 분야를 탐색하였으며, 최근의 해외 주요기관들의 전망 자료와 비교 시 높은 적중률을 나타내고 있으나, 코로나-19와 같은 최근의 큰 변화 및 바람직한 것에 대한 예측력은 낮게 나타남
 - 본 연구에서는 이상/돌출상황 탐지(복지, 교통, 금융), 이미지 처리 (의료), 오류 검출 (제조, 의료), 공간에서의 물체/객체 감지 (제조, 교통), 장비/시설 유지 보수 (도시), 딥러닝 기반의 예측 (전분야), 기계 학습 방법 및 데이터 획득 (공통), 상태 진단/추정 (교통/도로, 의료), 디바이스 제어 (전분야), 자율주행 (교통)의 10개 분야를 유망 분야로 식별
 - 본 연구에서 도출된 유망분야 10개 중 ‘장비/시설 유지 보수’와 ‘딥러닝 기반의 예측’을 제외한 8개 분야가 주요 연구기관 전망과 연관되는 등 특허 분석 결과의 활용도가 의미 있는 것으로 판단할 수 있음
 - 다만 코로나-19 충격에 따라 백신, 확진자 추적 등이 단기적으로 부각한 분야지만, 특허 데이터는 연구 시점과 공개 시점 간 시차 존재로 가장 최신의 변화를 보기가 어려우며,
 - 주요 연구기관의 중장기 전망에는 지구적 문제의 해결과 같은 바람직한 측면이 상당히 반영되어 있으나 특허는 상업적 활용에 집중되어 있는 등 바람직하게 가야할 것과 상업적 활용 측면의 유망한 것 사이의 간극이 존재

2 향후 연구 방향

- 본 연구는 미국 특허 데이터를 활용한 정량적 분석을 기반으로, 지능화융합 분야의 연구 동향을 분석하고 유망 지능화융합 분야의 발굴 방법을 제시
 - 이를 위해 AI 및 ICT, 주요 도메인의 특허를 분류하기 위한 IPC 코드를 분류
 - 미국의 특허 빅데이터 자료 분석을 기반으로 AI와 지능화융합 연구 추이를 살펴보고, AI 연구에서 지능화융합 연구로의 이행 정도를 정량적으로 확인
 - 특허 빅데이터 기반 유망 분야 선정 방법론을 제안하고, 시범 적용한 후 해외 주요연구기관의 최신 전망 자료와 비교를 통한 성능 분석 수행
- 새로운 시도에도 불구하고 몇 가지 한계점이 존재했으며, 이를 개선하기 위한 후속 연구들이 필요
 - 특허 데이터의 시차 존재로 최근에 발생한 사회의 큰 충격에 대한 영향을 반영하기 어려웠는데, 이의 개선을 위해 최신 이슈를 반영하는 뉴스데이터를 보조적으로 활용할 필요
 - 융합분야 전체를 대상으로 한 토픽모델링으로는 도메인 특정 주제의 탐색이 제한적이었으며, 향후 도메인별 토픽모델링 등을 시도할 필요
 - 유망 분야 선정 기준을 제시했으나 여전히 자의적인 부분이 있어 객관성을 높일 수 있는 방안 마련 필요

참고문헌

◆ 국내자료

- 강희중(2006), 특허 분석을 통한 유망 융합 기술 예측에 관한 연구, 국민대 박사학위논문.
- 경제·인문사회연구회(2020), 텍스트자료를 활용한 ICT이슈 탐지 및 분석방법론 연구.
- 김경수·조남욱(2021), 특허 마이닝을 이용한 국방과학기술 연결망 연구, Korean Society for Quality Management.
- 김대정 외(2019), Comparative analysis of US and China artificial intelligence patents trends, Journal of The Korea Society of Computer and Information.
- 김희철 외(2014), 논문, 특허, 웹 Cluster 분석의 통합을 통한 부상영역 도출 model 제안, 기술혁신학회.
- 김방룡·황성현(2009), 특허 정보를 활용한 IT 유망기술 도출에 관한 연구, 한국통신학회논문지.
- 김호용 외(2020), 바이오헬스 특허데이터를 활용한 인공지능 기반 미래 유망기술 예측, 한 국기술혁신학회 학술대회.
- 박노연 외(2020), 2021년 KISTEP 미래유망기술 선정에 관한 연구 - 비대면사회의 미래유 망기술, KISTEP.
- 박대민(2016), 장기 시계열 내용 분석을 위한 뉴스 빅데이터 분석의 활용 가능성, 한국언론 학보.
- 백현미·김명숙(2013), 특허 네트워크 분석을 통한 융합 기술 트렌드 분석: 한국·미국·유럽· 일본의 특허데이터를 중심으로, 벤처창업연구.
- 조현정(2014), 국가 R&D 사업의 국제공동연구에서 협력특성과 특허성과의 관계에 대한 연구 - 공공연구기관을 중심으로, 지식재산연구.
- 최현홍·심동녕(2020), 텍스트마이닝을 적용한 ICT융합 트렌드 분석, 한국혁신학회지.
- 하영욱(2020), 코로나-19 이후의 비대면 사회 이슈 변화 분석 (2020년 상반기), ETRI 기

술정책 이슈.

황서이·김문기(2019), 국내 인공지능분야 연구동향 분석 -토픽모델링과 의미연결망분석을 중심으로, 디지털콘텐츠학회논문지.

IITP(2015), ICT 기술예측 조사 2030 & 10대 미래 유망기술.

KISTI(2021), 딥러닝으로 예측한 미래 고성장 과학기술영역 100선 - 지구를 이해하는 산업혁명.

NIA(2021), 데이터로 보는 2021 이머징 테크.

◆ 국외자료

Accenture, Technology vision 2021.

AIMResearch(2020.), Top Data Science & AI Trends To Watch Out For In 2021.

Barde & Bainwad(2017.), An overview of topic modeling methods and tools, ICICCS 2017.

Gartner(2010.10.19.), Gartner's top tech predictions for 2021.

IBM, 5 in 5.

Kim et al.(2018), Sustainable technology analysis of artificial intelligence using bayesian and social network models, Sustainability.

Lux Research, Foresight 2021 - Top Emerging Technologies to Watch.

MIT Technology Review(2021.3.2.), 10 Breakthrough Technologies 2021.

PwC(2020.), PwC AI Predictions 2021.

Rotolo et al.(2015), What is an emerrging technology?, Research Policy.

Stanford University(2021.3.), The AI Index 2021 Annual Report.

Wang(2018), A bibliometric model for identifying emerging research topics, Journal of the Association for Information Science and Technology.

WEF, Top10 Emerging Technologies.



Xu et al.(2021), A topic models based framework for detecting and forecasting emerging technologies, Technological Forecasting and Social Change.

◆ 웹사이트

특허청 홈페이지, <https://www.kipo.go.kr/>

(Open community) Stackoverflow, <https://stackoverflow.com/>.

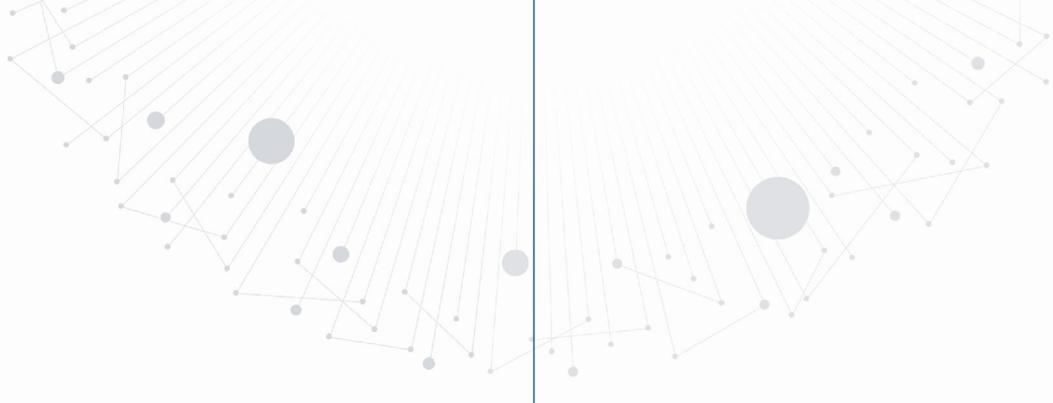
저자소개

하영욱 ETRI 지능화융합연구소 기술정책연구본부 기술전략연구센터 책임연구원
e-mail: hahaa@etri.re.kr Tel. 042-860-6173

지능화융합의 확산과 유망 분야 - 미국 특허 데이터를 중심으로

발행인 이 지 형
발행처 한국전자통신연구원 지능화융합연구소 기술정책연구본부
발행일 2021년 12월 31일





www.etri.re.kr

본 저작물은 공공누리 제4유형:

출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.



ETRI Electronics and Telecommunications
Research Institute

34129 대전광역시 유성구 가정로 218
TEL.(042) 860-6114 FAX.(042) 860-6504

