

# 국가전략기술 분야별 주요 이슈 감지 방법론 연구

: 인공지능 기술 활용을 중심으로

구 본 진



최종보고서				보안등급			
				일반[O], 보안[ ]			
사업명		국가기술혁신체계 고도화 분석·전략 연구					
기술 분류	국가과학기술 표준분류		%		%		
	부처기술분류 (해당 시 작성)		%		%		
연구과제명		국문	국가전략기술 분야별 주요 이슈 감지 방법론 연구: 인공지능 기술 활용을 중심으로				
		영문	A Study on the Methodology for Detecting Major Issues in the National Strategic Technology Sectors: Focusing on the Application of Artificial Intelligence Technology				
연구책임자		성명	구본진	직급	부연구위원		
		소속부서명	전략기술 정책단	email	bonkoo@ kistep.re.kr		
		최종전공	경영공학	국가연구자번호	11620232		
연구기간		전체	2023. 04. 01 - 2023. 12. 31( 0년 9개월)				
		단계	-				
		(해당 시 작성)	-				
당해연도 연구비		30,000(천원)					
총계		30,000(천원)					
단계 (해당 시 작성)		(천원)					
		(천원)					
위탁연구기관 등 (해당 시 작성)		기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	기관유형
		위탁연구기관					
실무담당자		성명	허 정	직급	부연구위원		
		소속부서명	전략기술 정책단	email	jhur@kistep.re.kr		
		최종전공	기술경영 경제정책	국가연구자번호	11447180		

2023년 12월 31일

연구책임자: 구본진 (인)

한국과학기술기획평가원장: 정병선 (직인)



• 연구진

- 연구책임자

구본진 (한국과학기술기획평가원 부연구위원)

- 참여연구원

• 외부연구진

기관 2022-036

국가전략기술 분야별 주요 이슈 감지 방법론 연구:  
인공지능 기술 활용을 중심으로

• 발행인 : 정병선

• 발행처 : 한국과학기술기획평가원

(27740) 충청북도 음성군 맹동면 원중로 1339

Tel) 043-750-2300 Fax) 043-750-2680

• <http://www.kistep.re.kr>

• 인쇄 : 화신문화



## < 요약서 >

사업명		국가기술혁신체계 고도화 분석·전략 연구									
기술 분류	국가과학기술 표준분류		%		%		%				
	부처기술분류 (해당 시 작성)		%		%		%				
연구과제명		국가전략기술 분야별 주요 이슈 감지 방법론 연구: 인공지능 기술 활용을 중심으로									
연구기간		2023.4.1. ~ 2023.12.31									
연구비		총 30,000천원									
연구 목표 및 내용	최종 목표	국가전략기술 분야별 주요 이슈 감지 시스템 구축 및 정책적 활용 방안 제언									
	전체 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국가전략기술 분야별 주요 이슈 감지 필요성 정립</li> <li>○ 국가전략기술 주요 이슈 개념 명확화</li> <li>○ 국가전략기술 분야별 주요 이슈 감지 시스템 구축</li> <li>○ 국가전략기술 분야 이슈 감지 시스템 활용 및 정책 제언</li> </ul>									
연구성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 정책적 관점에서 요구되는 국가전략기술 관련 주요 이슈 개념 정립</li> <li>○ 정량적·체계적인 국가전략기술 분야별 주요 이슈 감지 방법 확립</li> <li>○ 정책적으로 활용가능한 국가전략기술 분야별 주요 이슈 감지 시스템 설계·구축·활용</li> </ul>										
연구성과 활용계획 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (활용계획 1) 본 시스템을 활용한 전략기술/중점기술별 이슈의 주기적 파악</li> <li>○ (활용계획 2) 본 시스템을 활용한 전략기술/중점기술 특정 이슈 상세 분석</li> <li>○ (기대효과 1) 객관성·적시성·정확성 높은 근거 자료 제공으로 정책 품질 제고</li> <li>○ (기대효과 2) 정확하고 면밀한 정책 모니터링 정보를 제공하여 정책의 보완·개선 지원</li> </ul>										
연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설 ·장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	표준	생명자원		신품종	
	1							생명 정보	생물 자원	화합물	정보 실물
세부 정량적 연구개발성과 건수	과학적 성과				사회적 성과						
	논문 개재	학술 회의 발표	보고서 원문	법령 반영	정책 활용	안전 상정	제도 개선	다른 연구에 활용	국제 협력	(정책) 홍보	포상 ·수상
국문핵심어 (5개 이내)	국가전략기술		이슈 감지		이슈 감지 방법론						
영문핵심어 (5개 이내)	National Strategic Technology		Issue Detecting		Issue Detecting Methodology						



# 요약문

□ (연구배경) 주요국들은 국가전략기술 지정 및 관리체계 구축을 통한 적극적 기술패권 강화·유지 전략 추진 중

- 한국을 포함한 주요국들은 국가전략 차원의 중요 기술들(이하 국가전략기술)을 지정하여 집중 관리 및 육성 중
  - (한국) 국가전략기술 특별법 제정 및 12개 국가전략기술 선정·전략로드맵 수립
  - (미국) Endless Frontiers Act 제정 및 10개 핵심기술 선정
  - (중국) 과학기술자립자강 국가목표 달성을 위해 집중 육성할 7대 기술 및 8대 산업 지정
  - (일본) 경제 안전보장 확보를 위한 20개 특정중요기술 선정
- 아울러 주요국은 각 기술별 주요 이슈 감지 및 관리체계 구축을 통한 기술패권 유지 전략을 추진 중
  - (미국) 기술혁신 및 연구보안 조직 신설
  - (일본) 경제안보상 신설

□ (연구필요성) 정책의 적시성·효과성 향상을 위한 체계적·정량적 국가전략기술 이슈 감지 시스템 필요

- 既 정성적인 주요 이슈 감지 절차\*의 한계 존재
  - \* (예) 특정 기술 분야 전문가들 대상 인터뷰 또는 위원회 운영을 통한 주요 이슈 감지/선별
    - 특정 전문가들의 이해관계/세부 전문분야에 한정된 정보에 의존
    - 편향된/편협한 이슈들이 감지/선별되고, 이것이 정책 입안 기초자료로 활용될 위험 존재
- 정성적 방법론을 개선/보완하기 위한 정량적·체계적인 주요 이슈 감지 절차 및 시스템 구축 필요
  - 이슈 감지의 객관성 확보를 위해 한정된 정보가 아닌 연관 빅데이터 수집이 가능한 시스템 구축 필요
  - 편향성 최소화를 위해 사람의 개입을 최소화하는 인공지능 기술 기반의 이슈 빅데이터 분석 시스템 구축 필요
  - 정책 입안 기초자료 수집·분석의 객관성 및 체계성을 확보하여 정책 수립과정 전반의 신뢰성 제고 필요

□ (연구 성과 1) 주요국 국가전략기술 동향 분석 및 주요 이슈 감지 필요성 정립

- 국내 및 주요국의 국가전략기술 정책 동향 조사·분석
- 국가전략기술 관련 이슈 감지 및 대응 필요성 측면에서의 정책적 시사점 도출

□ (연구 성과 2) 국가전략기술 정책의 주요 이슈 개념 명확화

- 문헌연구를 통한 사회과학 관점의 이슈 정의 분석
- 관련 데이터 분석을 통한 국가전략기술 이슈 세부 영역 설정
- 상기 분석 결과를 종합하여 국가전략기술 정책에 필요한 주요 이슈 개념 정립

□ (연구 성과 3) 정량적·체계적 국가전략기술 분야별 주요 이슈 감지 시스템 설계·구축

- 기술/산업 단위 이슈 감지 선행연구의 방법론 종합·분석
- 빅데이터·인공지능 기술 기반의 국가전략기술 분야별 주요 이슈 감지 시스템 설계·구축

※ Embedded Topic Modeling 및 ChatGPT 기술을 적용한 국가전략기술 분야 주요 이슈 감지 시스템 설계·구축

□ (연구 성과 4) 국가전략기술 주요 이슈 감지 시스템 검증

- 국가전략기술 분야 이슈 감지 시스템을 활용한 중점기술 단위 이슈 도출 (파일럿 테스트\*)
  - \* (국가전략기술 2개 중점기술 분야 파일럿 테스트) 자율주행시스템 분야, 양자컴퓨팅 분야
- 이슈 감지 시스템 결과물\*에 대한 분야 전문가들의 주요 검토 의견 종합
  - \* 2개 분야별 일반 이슈와 특정 이슈(국가안보 관련 이슈) 도출 결과
- 향후 시스템 확장 방향 제안

□ (연구 성과 5) 국가전략기술 분야 이슈 감지 시스템의 정책적 활용 방안 제언

- 정책 수립 단계에서의 시스템 활용 방안 제언(정책기초 자료 수집 관점)
- 정책 추진 단계에서의 시스템 활용 방안 제언(정책 모니터링 및 정책 방향 재설정 관점)

# 목 차

<b>I. 국가전략기술 분야별 주요 이슈 감지 방법론 연구:</b>	
<b>인공지능 기술 활용을 중심으로 .....</b>	<b>1</b>
1. 서론 .....	1
(1) 연구배경 .....	1
(2) 연구의 필요성 .....	2
(3) 연구목표 및 구성 .....	3
2. 국내외 국가전략기술 정책 동향 .....	5
(1) 韓 국가전략기술 정책 동향 .....	5
(2) 美 국가전략기술 정책 동향 .....	7
(3) 中 국가전략기술 정책 동향 .....	9
(4) 日 국가전략기술 정책 동향 .....	12
(5) EU 국가전략기술 정책 동향 .....	13
(6) 소결 .....	15
3. 국가전략기술 이슈 개념 설정 .....	17
(1) 개요 .....	17
(2) 문헌연구 .....	17
(3) 국가전략기술 정책 이슈 세부영역 도출 .....	18
(4) 소결 .....	20
4. 국가전략기술 분야별 이슈 감지·분석 시스템 설계 및 구축 .....	22
(1) 개요 .....	22
(2) 문헌연구 .....	22
(3) 시스템 설계 관련 시사점 .....	43
(4) 국가전략기술 분야별 이슈 감지·분석 시스템 설계 .....	44
(5) 국가전략기술 분야별 이슈 감지·분석 시스템 구축 .....	45

5. 국가전략기술 분야 이슈 감지·분석 시스템 검증 .....	49
(1) 개요 .....	49
(2) 국가전략기술 중점기술 단위 주요 이슈 도출(자율주행시스템) ....	50
(3) 국가전략기술 중점기술 단위 주요 이슈 도출(양자 컴퓨팅) .....	58
(4) 시스템 활용 결과에 대한 분야 전문가 검토 의견 .....	64
(5) 소결 .....	65
6. 국가전략기술 분야 이슈 감지 시스템의 정책적 활용 방안 제언 ....	66
(1) 정책 수립 단계에서의 시스템 활용 방안 제언 .....	66
(2) 정책 추진 단계에서의 시스템 활용 방안 제언 .....	66
7. 결론 및 한계점 .....	67
참고문헌 .....	69
붙임 1 News DB .....	77
붙임 2 Topic Modeling과 Embedded Topic Modeling .....	79

# 표 차례

<표 1> 예상되는 국가전략기술 이슈 세부영역별 정의 및 관련 키워드 ..... 19

# 그림 차례

[그림 1] 시스템 기본 화면 및 주요 옵션 .....	48
[그림 2] 자율주행시스템 분야 이슈 감지·분석 결과(일반 이슈 1) .....	50
[그림 3] 자율주행시스템 분야 이슈 감지·분석 결과 (일반 이슈 1 – 주요 내용 번역) .....	51
[그림 4] 자율주행시스템 분야 이슈 감지·분석 결과(일반 이슈 2) .....	52
[그림 5] 자율주행시스템 분야 이슈 감지·분석 결과 (일반 이슈 2 – 주요 내용 번역) .....	53
[그림 6] 자율주행시스템 분야 이슈 감지·분석 결과(특정 이슈 1) .....	54
[그림 7] 자율주행시스템 분야 이슈 감지·분석 결과 (특정 이슈 1 – 주요 내용 번역) .....	55
[그림 8] 자율주행시스템 분야 이슈 감지·분석 결과(특정 이슈 2) .....	56
[그림 9] 자율주행시스템 분야 이슈 감지·분석 결과 (특정 이슈 2 – 주요 내용 번역) .....	57
[그림 10] 양자컴퓨팅 분야 이슈 감지·분석 결과(일반 이슈) .....	58
[그림 11] 양자컴퓨팅 분야 이슈 감지·분석 결과 (일반 이슈 – 주요 내용 번역) .....	59
[그림 12] 양자컴퓨팅 분야 이슈 감지·분석 결과(특정 이슈 1) .....	60
[그림 13] 양자컴퓨팅 분야 이슈 감지·분석 결과 (특정 이슈 1 – 주요 내용 번역) .....	61
[그림 14] 양자컴퓨팅 분야 이슈 감지·분석 결과(특정 이슈 2) .....	62
[그림 15] 양자컴퓨팅 분야 이슈 감지·분석 결과 (특정 이슈 2 – 주요 내용 번역) .....	63
[그림 16] 기사 토픽 모델링 예시 (Blei, 2012) .....	79
[그림 17] LDA 개념도 .....	81
[그림 18] 다양한 단어 크기에 대한 일관성 정규화 난해성 메트릭을 사용한 임베디드 토픽 모델링과 LDA 비교 .....	84

# 국가전략기술 분야별 주요 이슈 감지 방법론 연구: 인공지능 기술 활용을 중심으로

## 1 서론

### (1) 연구배경

- 주요국들의 기술패권 경쟁 가속화로 기술의 전략성 및 중요성 증대
  - 국가 간 패권경쟁 패러다임이 군사 및 경제에서 기술로 변화
  - 주요국들은 기술을 중심으로 공급망·경제·안보 관점에서 국익을 위한 전략 및 정책을 추진 중
    - (미국) 반도체법, 혁신경쟁법, 수출통제개혁법, 국방수권법 889조, 외국인 투자 위험 심사 현대화법 발의 등
    - (중국) 과학기술자립자강 국가목표화, 일대일로 전략, Tit-for Tat 전략, 디지털 실크로드 전략, 수출과 내수 중심 성장 균형 전략 추진 등
    - (일본) 경제안보법 제정, 경제안보기금 조성 등
  - 기술 선도국 간 기술블록화 심화
    - 기술 선도국 간에만 첨단전략기술을 공유하고, 이외 국가들은 통제하는 기술동맹 움직임 가시화
      - ※ (예) 미국 정부의 중국 기업 대상 양자컴퓨팅 수출 통제 등
    - 국가차원에서 전략적으로 중요한 기술을 소유하지 못한 국가는 기술동맹에서 소외/도태될 위험 증대

- 주요국들은 국가전략기술 지정 및 관리체계 구축을 통한 적극적 기술패권 강화·유지 전략 추진 중
  - 한국을 포함한 주요국들은 국가전략 차원의 중요 기술들(이하 국가전략기술)을 지정하여 집중 관리 및 육성 중
    - (한국) 국가전략기술 특별법 제정 및 12개 국가전략기술\* 선정·전략로드맵 수립
      - \* △반도체·디스플레이, △이차전지, △첨단 이동수단, △차세대 원자력, △첨단 바이오, △우주항공·해양, △수소, △사이버보안, △인공지능, △차세대 통신, △첨단로봇·제조, △양자
    - (미국) Endless Frontiers Act 제정 및 10개 핵심기술\* 선정
      - \* △인공지능·기계학습, △고성능 컴퓨팅·반도체·첨단 컴퓨터 HW, △양자 컴퓨팅·정보시스템, △로봇공학·자동화·첨단제조, △자연재해·인재 예방, △첨단통신기술, △바이오 기술·유전체학·합성생물학, △사이버보안·데이터 저장장치·데이터 관리기술, △첨단에너지, △기타 중요 기술분야 관련 재료과학·공학
    - (중국) 과학기술자립자강 국가목표 달성을 위해 집중 육성할 7대 기술\* 및 8대 산업\*\* 지정
      - \* △인공지능, △양자정보, △집적회로, △뇌과학, △유전자 바이오, △임상의학 헬스케어, △우주·심해·극지탐사
      - \*\* △고급 신소재, △주요기술장비, △지능형 제조·로봇, △항공엔진, △베이더우항법시스템, △신에너지자동차, △첨단의로기기·신약, △농업기계장비
    - (일본) 경제 안전보장 확보를 위한 20개 특정중요기술\* 선정
      - \* △바이오기술, △의료·공중위생기술(개념학 포함), △인공지능·기계학습기술, △첨단 컴퓨팅기술, △마이크로프로세서·반도체기술, △데이터과학·분석·축적·운용기술, △로봇공학, △양자정보 과학, △첨단감시·측위·센서기술, △뇌컴퓨터·인터페이스기술, △첨단에너지·에너지저장기술, △고도정보통신·네트워크기술, △우주관련기술, △해양관련기술, △운송기술, △극초음속, △화학·생물·방사성물질 및 핵(CBRN), △첨단재료과학
  - 아울러 주요국은 각 기술별 주요 이슈 감지 및 관리체계 구축을 통한 기술패권 유지 전략을 추진 중
    - (미국) 기술혁신 및 연구보안 조직 신설
    - (일본) 경제안보상 신설

## (2) 연구의 필요성

- 정책적으로 요구되는 국가전략기술 관련 주요 이슈 개념을 정립할 필요
  - 국가전략기술 정책 수립에 요구되는 이슈 유형의 명확화 필요
    - 현재 일관된 유형 기준 없이 정책입안자별로 필요에 따라 이슈를 선택하여 기술/산업 정책을 수립·추진하는 경향이 존재

- 이와 같은 관행을 개선하기 위하여 기술/산업 정책 차원에서 중요한 이슈 유형을 구체화할 필요
- 국가전략기술 정책 수립에 필요한 이슈 수준 설정 필요
  - 각 이슈 유형별로 정책적 관점에서 고려해야 할 이슈 수준을 명확히 설정할 필요
- 체계적·정량적인 국가전략기술 분야별 주요 이슈 감지 시스템 필요
  - 既 정성적인 주요 이슈 감지 절차\*의 한계 존재
    - \* (예) 특정 기술 분야 전문가들 대상 인터뷰 또는 위원회 운영을 통한 주요 이슈 감지/선별
    - 특정 전문가들의 이해관계/세부 전문분야에 한정된 정보에 의존
    - 편향되거나 편협한 이슈들이 감지/선별되고, 이것이 정책 입안 기초자료로 활용될 위험이 존재
  - 현재의 정성적인 방법론을 개선/보완하기 위한 정량적·체계적인 주요 이슈 감지 절차 및 시스템 구축 필요
    - 이슈 감지의 객관성 확보를 위해 한정된 정보가 아닌 연관 빅데이터 수집이 가능한 시스템 구축 필요
    - 아울러 편향성 최소화를 위해 사람의 개입을 최소화하는 인공지능 기술 기반의 이슈 빅데이터 분석 시스템 구축 필요
    - 정책 입안 기초자료 수집·분석의 객관성 및 체계성을 확보하여 궁극적으로 정책 수립과정 전반의 신뢰성 제고 필요

### (3) 연구목표 및 구성

- (목표 1) 주요국 국가전략기술 동향 분석 및 주요 이슈 감지 필요성 정립
  - 국내 및 주요국의 국가전략기술 정책 동향 조사 및 분석
  - 국가전략기술 관련 이슈 감지 및 대응 필요성 측면에서의 정책적 시사점 도출
- (목표 2) 국가전략기술 정책의 주요 이슈 개념 명확화
  - 문헌연구를 통한 사회과학 관점의 이슈 정의 분석
  - 관련 데이터 분석을 통한 국가전략기술 이슈 세부 영역 설정
  - 상기 분석 결과를 종합하여 국가전략기술 정책에 필요한 주요 이슈 개념 설정

- (목표 3) 정량적·체계적인 국가전략기술 분야별 주요 이슈 감지 시스템 설계·구축
  - 국내외 주요기관의 기술/산업 단위 이슈 감지 방법론 종합 및 분석
  - 빅데이터·인공지능 기술 기반의 국가전략기술 분야별 주요 이슈 감지 시스템 설계·구축
    - ※ Embedded Topic Modeling 및 ChatGPT 기술을 적용한 정량적 국가전략기술 분야 주요 이슈 감지 시스템 설계·구축
- (목표 4) 국가전략기술 주요 이슈 감지 시스템 검증
  - 국가전략기술 분야 이슈 감지 시스템을 활용한 중점기술 단위 이슈 도출 (파일럿 테스트\*)
    - \* (국가전략기술 2개 중점기술 분야 파일럿 테스트) 자율주행시스템 분야, 양자컴퓨팅 분야
  - 이슈 감지 시스템 결과물\*에 대한 분야 전문가들의 주요 검토 의견 종합
    - \* 2개 분야별 일반 이슈와 특정 이슈(국가안보 관련 이슈) 도출 결과
  - 향후 시스템 확장 방향 제안
- (목표 5) 국가전략기술 분야 이슈 감지 시스템의 정책적 활용 방안 제언
  - 정책 수립 단계에서의 시스템 활용 방안 제언(정책기초 자료 수집 관점)
  - 정책 추진 단계에서의 시스템 활용 방안 제언(정책 모니터링 및 정책 방향 재설정 관점)

## 2 국내외 국가전략기술 정책 동향

### (1) 韓 국가전략기술 정책 동향

- (개요) 12대 국가전략기술선정 및 육성방안 추진
  - 기술별 전략이행안 수립, 임무중심 연구개발 통합·조정 등 핵심 부문 정책·투자 지원 집중
  - 핵심인재 확보, 국제협력 강화, 산·학·연 협력 확대 등 전략기술 육성기반 확충
  - 민관협력 중심 전략기술 정책 체계, 국가전략기술특별법 제정 등 기술주권 국가 전략 총괄 추진체계 확립
- (전략) 핵심분야 정책·투자 지원 집중, 육성기반 확충, 총괄 추진체계 확립을 통한 국가전략기술 부문 글로벌 초격차 선도
  - 기술부문별로 전략이행안 수립을 통한 전략 투자 확대
    - 12대 국가전략기술분야 연구개발투자를 지속 확대하며 특히 5세대 이동통신 오픈랜, 혁신형 소형모듈원자로, 양자컴퓨팅 등 시급성이 높은 기술개발에 2,651억원 신규 투자 계획
    - 전략적 연구개발 투자 강화를 위한 국가 차원 지향 임무와 기술개발 목표를 세부 중점기술 단위에서 설정하는 범부처 전략이행안 수립
    - 국가전략기술 추진체계를 통한 연계·조정으로 기술개발과 함께 규제혁신, 산업 생태계 구축 등 병렬 추진
  - 임무중심의 연구개발투자 통합 및 조정을 통한 성과창출 지원
    - 범부처 통합형 예산 배분 방식을 통한 임무 중심의 연구개발사업 종합 분석·조정
    - 연구개발사업 예비타당성조사의 기간, 방식, 절차 등 전반적 제도개선과 신속처리 제도 적극활용을 통한 급변하는 대내외 환경 변화에 대응
  - 국가전략기술 부문 핵심인재 확보에 정부의 역량 집중
    - 국내외 연구인력 및 핵심연구기관의 분포와 연구경쟁력 등 현황 상세 조사
    - 조사 결과를 토대로 제도개선, 지원 체계, 교육과정 등을 종합 고려한 맞춤형 확보 방안을 도출 및 추진
  - 과학기술 국제협력 강화를 통한 경쟁력 확보
    - 기술 부문별로 주요 협력국을 선정, 국제공동연구, 해외 협력 거점 구축, 인력교류 등 전략적 동반자 관계 강화

- 국제표준 선점이 특히 강조되는 인공지능, 6세대 이동통신 등의 부문에서는 국제 표준기구 의장단 수임, 표준특위 활동 등 주요 선도국과의 정책공조 강화
- 기술개발의 국제표준으로의 원활한 연결을 위한 표준중점 개발과 표준전문인력의 양성 등 종합적 지원
- 핵심 연구자산의 비동맹국으로의 유출 최소화를 위한 연구보안 체계 강화와 연구자 지침 마련 및 제시
- 국가전략기술의 육성거점으로 산·학·연 협력의 확대
  - 기술의 특징과 수준을 고려하여 산학연 연구거점 지정 및 육성
  - 출연연의 경우 임무지향적 연구과제 도출, 출연연간 융합연구 활성화, 전담연구 기관 지정 등 추진
  - 특구, 대학, 출연연을 결합한 지역기술혁신중심지 구축을 통한 국가전략기술 분야 원천연구 촉진 및 사업화 지원 확대
- 민관협력 중심의 전략기술 정책 구축
  - 전략기술 지정 및 관리, 기본계획 수립 등 전략기술 정책 전반을 총괄하는 국가 전략기술 특별위원회를 과학기술자문회의 내에 설치
  - 전략기술 특위 운영과 정책기획 및 조정, 과제 발굴 및 추진을 위해 민관합동 전략기술추진단을 과학기술혁신본부에 설치
- 국가전략기술특별법 제정을 통한 전략기술 육성과 보호를 위한 공고한 기반 확립
  - 전략기술 지정 및 관리체계 구축과 민관 역량결집을 위한 제도적 기반조성 목적으로 국가전략기술특별법 제정 추진
  - 시장주도 기술의 경우 첨단전략산업법과 연계, 기술보호 및 기반 지원을 강화하고 첨단소재의 경우 소부장특별법과 연계하여 지원
- (전략기술) 전략적 중요성, 기술주도권 확보 가능성, 지원 시급성을 고려한 12대 기술 부문 선정
- 공급망·통상 대응, 신산업 육성, 외교안보 중요성 기준 민관협동으로 12대 국가 전략기술 선정
  - 첨단기술 초격차 확보, 대체불가 공급망 핵심기술 선점, 신산업 분야 글로벌 기업 육성, 기술외교와 안보동맹의 중심국가화 등을 목표
  - 공급망·통상, 국가안보, 신산업 육성 관점에서의 전략적 중요성, 기술주도권 확보 가능성, 정부지원 시급성 등을 기준으로 선정

- 반도체·디스플레이, 이차전지, 첨단모빌리티, 차세대 원자력, 첨단바이오, 우주항공·해양, 수소, 사이버보안, 인공지능, 차세대통신, 첨단로봇·제조, 양자 12대 부문
- (대표 정책/사업/법안) 국가전략기술특별법 제정을 통한 지정·관리체계 구축, 민관역량결집 등 제도적 기반 조성
  - 글로벌 기술패권 경쟁 시대에 대응, 국가 차원의 전략기술을 신속하게 확보하고 과학기술 주권을 확립하기 위한 제도 기반 차원에서 제정
    - 국가전략기술 육성에 관한 특별법 시행령 제정안이 2023년 9월 12일 의결, 9월 22일부터 시행
  - 국가전략기술의 선정 및 관리, 기본계획 수립, 정책지원기관 지정, 전략연구사업 지정 및 특례 부여, 육성 기반 조성, 핵심인력 양성 및 국제협력 강화 등의 전반적인 육성 및 지원 방안 포함
    - 국가전략기술 선정을 위해 사전 부처 수요조사, 관련 조사 및 연구의 수행과 같은 근거 마련, 변경·해제 및 확인 절차 등을 구체화
    - 과학기술정보통신부 장관이 관계 중앙행정기관의 부문별 계획을 수립, 수정·보완 후 기본계획을 수립하는 절차 명시
    - 특화연구소 및 도전적 연구개발 전담기관 지정, 지역기술혁신허브 구성 및 지원 등을 위한 지침 작성 등 구체화
    - 인력양성지원을 위한 전담기관의 지정 절차, 인력 수급동향 조사의 시기와 방법, 특화교육기관의 지정 요건 및 절차 등을 구체적으로 제시

## (2) 美 국가전략기술 정책 동향

- (개요) 中과의 기술패권 경쟁 대응을 위한 첨단기술 투자, 공급망 안정화, 대중국 견제 등 전략기술 육성 및 보호 정책의 병렬 추진
  - 전략기술 분야 선정, 기초 및 응용 부문 전반을 포괄하는 기술혁신에 대한 공공 투자 확대와 시장, 대학 연구, 정부 투자의 유기적 연계
  - 차세대 5G 구축, 반도체 생산 등에 대한 R&D 및 인센티브, 국제협력 지원을 통한 핵심 부문 공급망 안정화
  - 중국의 패권 도전에 대한 대응과 미국의 글로벌 리더십 확보를 위한 동맹국 협력 강화 및 중국 경제통상 관행에 대한 적극적 대응

- (전략) 과학기술 초강대국 지위 유지, 대중국 의존도 완화를 위한 첨단기술 투자, 공급망 자립, 대중국 견제 병행 전략
  - 전략기술 분야의 전반(기초 및 응용)을 포괄하는 영역에 대한 공공투자의 확대, 정부 투자와 대학 연구, 시장, 벤처캐피털의 유기적 연계 강화
    - 응용 중심의 상무부, 에너지부, NASA뿐만 아니라 기초과학 중심의 NSF의 역할 확대를 위한 기술혁신국 신규 설치
    - NSF, NASA, 상무부 등을 통해 첨단기술과 기초연구에 대한 1,204억 달러 대규모 투자(향후 5년간)
  - 반도체, 차세대 통신 부문 기술주권 확보를 위한 공급망 자립 추진
    - 반도체 부문 연구개발 투자 확대 및 미국 내 제조 기반 구축에 대한 인센티브 제공
    - 차세대 통신 부문은 주로 국제협력을 강화하는 방식
    - 미국 내 반도체 생산 및 개방형 무선통신 모델(Open RAN) 개발을 위한 향후 5년간 535억 달러 투자
  - 중국의 패권 도전에 대응하고 미국의 글로벌 주도권 확보를 위한 동맹국과의 기술적, 경제적, 군사적 협력 강화
    - 국무부 내 기술협력국 신설, 개도국에 대한 ICT 인프라 지원, 인도-태평양 동맹국과의 국제파트너십 강화
    - 미·EU 무역기술위원회 설치, QUAD 운영 등 반중국 기술동맹의 확대
    - 대중국 기술, 통상, 군사 대응을 위한 향후 5년간 325억 달러 투자
- (전략기술) 압도적 글로벌 우위 확보를 위한 13대 기술 부문 선정
  - 압도적 글로벌 우위 확보를 목표로 국가 전략을 통한 핵심기술 지정
    - 대중국 견제, 글로벌 리더십 유지 및 확보, 공급망 안정화 및 기술동맹 구축, 현안 및 중장기 도전과제 해결을 목표
    - 대중국 견제 및 압박, 국가적 난제 해결을 위한 기술의 영향력, 급변하는 국가의 니즈 등을 기준으로 선정
  - 인공지능·머신러닝, 고성능 컴퓨터 하드웨어·반도체, 퀀텀 컴퓨팅, 로봇·자동화, 첨단 제조, 자연재해 예방 대응, 첨단 통신, 바이오·의료, 사이버 보안, 데이터 관리, 첨단 에너지, 배터리, 첨단소재 13대 부문
- (대표 정책/사업/법안) 반도체 산업 자국 내 제조 역량 강화, 첨단기술 진흥을 위한 반도체 및 과학법 제정('22.8.)

- 상원의 미국 혁신경쟁법(USICA)와 하원의 미국경쟁법(ACA) 양원협의 결과물로서 탄생
  - 반도체 R&D, 제조, 인력양성 등에 527억 달러 예산 지원, 반도체 및 관련 장비 제조시설 투자에 25% 투자 세액공제
  - NSF, DOE, DOC, NIST 등 연방 과학 기관의 예산 권한 확대, 핵심기술분야 육성 등 국가경쟁력 강화를 위한 다양한 활동 지원
- NSF에서는 기초연구 및 응용연구 지원을 위한 810억 달러 투입
  - 기술혁신협력국(Directorate for Technology & Innovation)에 290억 달러 책정
  - NSF 핵심 연구활동을 위한 610억 달러 책정
- DOE의 경우 에너지부 과학실에 503억 달러, 추가적인 에너지부 과학 및 혁신 활동에 176억 배정
- DOC에는 지역 기술허브, RECOMPETE 파일럿 프로그램에 총 110억 달러 책정
- NIST에는 연구활동을 위한 69억, 제조업 지원 프로그램 8.3억, 제조 확대 파트너십 23억 등 100억 달러 예산 배정

### (3) 中 국가전략기술 정책 동향

- (개요) 중국에 대한 미국의 고강도 견제에 대응하는 차원에서 ‘14차 5개년 및 2035 중장기 계획’ 등 기술주권 확보를 위한 전략 전개
  - 과학기술혁신시스템 고도화, 기초 연구 지원 강화, 과학기술 인프라 효율성 제고, 핵심기술 투자 확대 등 병렬 추진
  - 미국의 기술적 제재가 집중되며 대외 의존도가 높은 부문에 대한 민간 연구개발 촉진, 핵심 부품 및 장비의 기술 자립 지원
  - 첨단산업 및 미래 전략기술 부문 핵심 인재 양성
- (전략) 기술자립 실현과 내수 중심의 생태계 구축
  - 정부가 주도적으로 전략기술과 산업을 선정하고 투자를 확대, 과학기술 인프라 효율성 제고 및 기초연구 지원 확대 추진
    - 14차 5개년 계획 및 2035 원경 목표를 통한 첨단산업 및 과학기술 분야 중국의 국가적 중장기 목표 및 전략 제시
    - 7대 과학기술 분야 지정(차세대 인공지능, 양자정보, 집적회로, 뇌과학, 유전자 및 바이오, 임상의학 및 건강, 우주 극지 심해)

- 8대 첨단산업 분야 지정(첨단 신소재, 중대기술 장비, 스마트제조 및 로봇기술, 항공엔진 및 가스터빈, 베이더우 산업화 응용, 신에너지 자동차 및 커넥티드카, 첨단의료장비 및 신약, 농업기계장비)
- 국가 핵심 전략기술과 신흥기술 부문의 역량 확보를 목표로 '과기혁신 2030 메가 프로젝트' 추진
- 제조혁신센터, 국가중점실험실 등의 기술혁신 거점 효율화 및 연계성 강화, 과기 혁신플랫폼 구축 등을 통한 과학기술 인프라 효율성 제고
- 기초 및 원천 연구개발 투자 확대를 위한 '제로투원 기초연구 강화방안', '기초 연구 10개년 행동계획' 수립
- 과학기술 거버넌스의 고도화와 민간기업 지원을 통한 기술혁신 촉진 및 기술 자립 유도
  - 개방 공모형 R&D, 기술 총괄 책임제, 보상 및 인센티브 제도 강화 등 연구개발 자율성 제고
  - 기술패권 경쟁에 대비한 지재권 보호제도, 신기술 신산업 분야 지재권 관련 법률 및 법규 보완, 지재권 침해 처벌 강화와 독자적 표준 체계 구축
  - 첨단기술기업 및 과학기술형 중소기업 세제혜택 강화, 국제기술혁신센터 설립, 공공기술 사업화 메커니즘 개선, 발명자 보상 강화, 과학기술 분야 금융지원 강화 등
  - 신형인프라 건설 및 쌍순환 정책을 통한 수요 창출 및 디지털 실크로드를 활용한 글로벌 진출 확대
- 첨단산업 및 미래기술 부문 핵심인재 양성 추진
  - 융복합 기술, 전략적 필수 확보 기술, 프론티어 기술 분야 핵심 인재 육성을 위한 12곳 대학의 미래기술학원 선정
  - 청소년 과학 소질 제고, 산업인력 과학 소질 제고 등을 목표로 하는 전문과학소질 행공규획 강요 발표
- 디지털전환 주도권 확보와 이에 기반한 지속가능한 성장동력 확보
  - 인공지능 핵심 알고리즘, 클라우드 컴퓨팅 핵심기술 개발, 양자컴퓨팅 등 핵심 디지털 기술과 기초과학 융합 혁신 촉진
  - 인공지능, 빅데이터 등의 디지털 신산업 육성, 공유경제 및 플랫폼 경제의 발전 촉진 등 디지털 기술의 전방위적 산업화 추진
  - 클라우드 데이터 활용 산업가치사슬 전환, 중점 산업 및 지역 산업인터넷 플랫폼 구축, 서비스 디지털 전환 촉진 등 산업의 디지털 전환 추진

□ (전략기술) 기술의 자립을 위한 15대 기술 부문 지정

- 기술의 자립을 주요 목표로 국가 차원의 전략적인 핵심기술 지정
  - 과학기술 자립·자강, 미국 견제 대응, 과학기술혁신체제 고도화, 기업 기술혁신 역량 제고, 고부가가치 특허 확보, CO2 배출 감소 등 목표
  - 높은 기술 장벽, 긴 연구개발 주기, 강한 다학제 융·복합 가능성, 핵심 기술인재 중요도, 개방성 및 다양한 환경과의 상호 연관성을 기준으로 선정
- 인공지능, 양자 정보기술, 뇌과학, 집적회로, 유전자 및 바이오, 임상의학·헬스케어, 우주·심해·극지, 신소재, 중대기술 장비, 스마트 제조 및 로봇, 항공기 엔진, 베이더우(BDS), 신에너지·스마트카, 첨단 의료 장비·신약, 농업 기계 15대 부문

□ (대표 정책/사업/법안) 기술혁신을 최우선 과제로 제시하는 14.5 기획 발표

- 미국의 강력한 대중국 기술규제에 대응하여 과학기술혁신을 최우선 전략과제로 선정, 기술자립을 지원하기 위한 국가 차원 로드맵 제시
  - 기술자립과 내수 확대 등 중국 경제 내실화를 통한 자립체제 구축이 목표
  - 거대한 내수시장을 기반으로 선순환 고리를 구축하는 ‘쌍순환’ 전환 추진
  - 과학기술의 자립과 자강을 국가 발전의 전략적 기반으로 추진하며, '25까지 R&D 지출을 매년 7% 이상 확대할 계획
- 전략기술 선정 및 육성뿐만 아니라 R&D 인프라 구축, 기업지원, 인재양성, 제도 개선 등 종합적 추진
  - 국가실험실 건설, 국가기술혁신센터 최적화, 기초연구 투자 확대, 국제 과기혁신센터 및 국가자주혁신시범구 강화 등 R&D 인프라 구축 추진
  - 산·학·연 연계 강화를 목적으로 한 선도기업 컨소시엄 추진, 기업 연구개발 우대 및 장려, 창업투자 관리감독체제 보완 등 기업 지원 확대
  - 연구개발인력에 대한 인센티브 제공, 심사·평가 등 제도 개선을 통한 인재 양성
  - 과학기술 글로벌 개방협력 촉진, 지식재산권 보호 강화, 출신 불문 능력 중심의 인재 등용 체계 추진 등 제도 전반적 개선

#### (4) 日 국가전략기술 정책 동향

- (개요) 성장동력 확보, 사회의 구조적 문제 해결을 위한 통합적인 기술주권 확보 전략을 전개
  - 저성장의 고착화, 기업경쟁력의 약화와 같은 구조적 문제 해결을 위한 임무지향, 글로벌 도전과제 해결형 과학기술혁신 정책의 추진
  - 경제안보와의 관련성이 높은 첨단기술(특히, 반도체 부문) 부문 기술 확보 및 공급망 관리와 R&D 투자 확대를 추진('경제안전보장전략')
- (전략) 사회의 구조적 문제 해결, 전략적 불가결성 및 자율성 확보
  - 국가적 구조적 문제 해결을 위해 요구되는 통합적 혁신역량의 제고, 사회적 난제 해결을 위한 '국가 재디자인' 추진
    - 제6기 과학기술혁신기본계획에서 'Society 5.0' 구체화, 속도감 및 위기감지 역량을 겸비한 사회 구현, 국가 안전보장 역량을 강화할 수 있는 혁신정책, 연구개발 투자 및 글로벌 인재 육성 추진
    - 외부 환경 변화에 탄력적인 국가시스템 및 연구역량의 강화, 지식 프론티어 개척 및 차세대 혁신의 원천연구 강화, 미래 경쟁력을 위한 교육·인재 육성 시스템 및 자금순환 환경 정비 추진
  - 기술, 경제, 외교 전 부문을 아우르는 국가 전략 행동 구체화 및 실행
    - 미·일 정상회담을 통한 암(Cancer) 문샷·생명공학·AI·양자 등 다분야 혁신 협력, Covid-19 대응을 위한 아시아·태평양 안보동맹 강화, 미·일 청정에너지 파트너십, 장기 연구인력 교류, 공동프로젝트 추진 등
    - 전략적불가결성과 전략적 자율성에 입각한 '경제안전보장전략'의 추진과 경제안보 관점의 기술우위 확보
    - 동맹중심 기술안보를 중심으로 미·중 기술패권 경쟁에 대응하면서 동시에 첨단 기술 산업 동맹을 통한 경쟁력과 성장동력 확보 추진
- (전략기술) 글로벌 경쟁력 강화를 위한 8대 기술 부문 선정
  - 글로벌 경쟁력 강화를 주요 목표로 국가 차원의 8대 전략기술 선정
    - 기술의 상업화·실용화, 기술우위 확보, 기술의 인프라·공급망 자율성 확보 및 위협 대응, 경제안전보장 강화를 위한 중장기 자금 확보 목표
    - 민생·공공 이익 기여도, 기술의 우위성 및 불가결성, 정부개입 필요성, 외부 의존 시 국가 및 국민 안전 위협 우려가 있는 기술을 기준으로 선정

- 인공지능, 바이오·헬스케어 기술, 재료, 포스트 5G, 슈퍼컴퓨터, 양자 정보 기술, 우주, 에너지 및 환경 8대 기술 부문
- (대표 정책/사업/법안) 경쟁력, 성장동력 확보, 경제안전 확보 등을 위한 경제안전 보장추진법 가결('22.5)과 경제안보중요기술육성프로그램 추진('22.6)
  - 경제안전보장추진법을 통한 공급망 강화, 민간중요기술 지원, 기간인프라 안전성 확보, 기술보호 등 추진
    - 해당 법 통과에 따라 내각부에 경제안보담당실 설치
    - 산업 디지털전환과 신흥국 경제성장, 글로벌 공급망 재편 등의 대외여건 하 반도체, 이차전지 등 첨단전략산업 대외 의존도에 따른 공급리스크 표면화에 따라 경제안전보장추진법 본격 추진
    - 국민의 생활 및 경제활동 등의 중요 물자를 특정 중요 물자로 지정, 공급망 강인화를 위한 제도적 조치 실시
  - 첨단 중요기술 분야 육성을 위한 경제안보중요기술육성프로그램 추진
    - 글로벌 사회에서 일본의 중장기적 확고한 지위를 확보하기 위해 필수불가결한 첨단 중요기술 연구개발 및 사업화 촉진 사업으로, 약 5,000억 엔 투자
    - 내각부 주도 하 경제산업성과 문부과학성이 관계부처와 협력하여 사업 추진, 기술 고도화 등 개별기술 실현을 위한 연구 실시

## (5) EU 국가전략기술 정책 동향

- (개요) '개방형 전략 자율성'을 통해 개방형 다자주의 기반 전략적 우위를 확보하는 기술주권 확보 전략에 집중
  - 혁신성의 강화와 글로벌 도전과제 해결의 주도를 위한 연구개발 추진
  - '디지털 컴퍼스 전략', 'EU 신산업 전략' 등 디지털·그린 전환 추진과 반도체 역량의 강화
  - 전략, 개방성, 상호호혜성으로 특징지어지는 "Team Europe" 국제협력의 본격 추진
- (전략) 디지털·그린의 '트윈 전환' 선도를 통한 기술주권 확보
  - 녹색 및 디지털 전환은 유럽의 글로벌 기술주권 확보를 위한 목표
    - 산업의 해외 의존도 축소, 전략적 자율성 확보를 위한 트윈 전환을 주요 내용으로 한 '유럽 신산업전략' 추진

- 2050년까지 기후중립 대륙으로 전환하여 산업 전반의 가치사슬 변화를 유도하는 그린딜과 신비즈니스 창출, 생산성 증가를 목표로 하는 디지털 전략의 병행 추진
- 유럽의 디지털 대전환을 목표로 ‘디지털 캠퍼스’ 전략 및 반도체 주권의 회복 추진
  - 시민의 디지털 역량 함양, 기업의 질적 전환 등 디지털 주권 확보를 목표로 ‘2030 디지털 캠퍼스’ 추진
  - ‘2030 디지털 캠퍼스’ 전략을 통한 유럽의 반도체 생산역량 강화 추진(2030년 까지 글로벌 반도체 제품의 20%를 유럽 내에서 생산)
- 연구개발 혁신에 기반한 산업 경쟁력 확보 및 개방을 통한 글로벌 난제 해결 주도
  - 다국적 연구혁신 사업인 ‘호라이즌 유럽’의 추진을 통한 혁신성 강화 및 산업경쟁력 제고, 글로벌 난제 해결을 위한 개방성 강화 추구
  - 유럽혁신위원회 신설을 통한 유럽 내 창업 지원 및 중소기업 육성, 시장성 강화
- 전략, 개방성, 상호호혜성 원칙을 기반으로 하는 ‘Team Europe’ 접근 채택
  - EU 집행위에서는 ‘상호호혜’의 공통 이해관계를 기초로 ‘전략’과 ‘개방’을 동시에 고려한 국제협력 원칙 채택
  - 다자주의, 개방성, 상호호혜성을 추구함으로써 유럽의 전략적 우위 확보가 목표
  - 글로벌 난제(기후변화, 팬데믹 등)에 대한 국제적 대응 장려와 EU 가치 및 국제적 규범을 존중하며 개방형 전략 자율성을 추구하는 ‘팀 유럽’ 접근 채택

□ (전략기술) 글로벌 경쟁력 강화를 위한 7대 전략기술 선정

- 글로벌 경쟁력 강화를 목표로 하는 국가 전략 핵심 7대 기술 지정
  - 전략기술 자주성 강화, EU 단일시장화, 기술혁신 기반 산업경쟁력 제고, 글로벌 난제 해결을 위한 개방성 강화를 목표
  - 전략적 종속성, 복원력, 개방형 전략적 자율성을 기준으로 선정
- 소재, 배터리, 바이오 제약, 수소, 반도체, 클라우드 컴퓨팅, 엣지 컴퓨팅 7대 기술 부문

□ (대표 정책/사업/법안) 반도체 주권 확보를 위한 유럽 반도체 법안과 디지털전환 촉진을 위한 디지털 서비스법 제정

- 반도체 및 관련 기술 부문 공급망 안정화와 산업 주도권 확보를 위한 유럽 반도체 법안 발의('22.2)
  - 430억 유로 이상 공공 및 민간 예산을 투자, 글로벌 파트너와 공급망을 강화하여

'30까지 글로벌 반도체 시장 점유율을 현재의 2배 수준(20%)까지 확대하는 것이 목표

- 단기적으로는 반도체 공급 부족 문제 예측, 회원국 및 제3국과의 협력 확대, 중·단기적으로는 반도체 공급망 및 생태계 전반에 대한 혁신성장 지원, 중·장기적으로는 EU의 반도체 기술 선도역량 강화 목적
- 유럽 반도체 이니셔티브에 대한 100억 유로 투입을 통한 최첨단 고밀도 집적반도체 기술 설계 역량 제고, 최첨단 파일럿 생산라인 개발, 양자 칩 개발 관련 역량 제고, 반도체 생태계 네트워크 강화 지원
- '통합생산설비'와 '오픈 EU 파운드리'를 통한 안정적 반도체 공급망 형성 및 법안 조건을 충족하는 반도체 제조시설에 대한 보조금 심사 신속 추진
- 반도체 공급망 관련 현황 모니터링 및 공급 중단 위기에 대응하기 위한 체계 구축
- 안전과 책임감이 갖추어진 온라인 환경 조성을 위한 디지털 서비스법의 발효('22.11)
  - 소비자에게 연결된 재화, 서비스, 콘텐츠 관련 디지털 서비스에 일괄 적용
  - 정보 중개 서비스에 대한 포괄적 형태 규정, 불법 콘텐츠 신고 메커니즘 도입, 대형 플랫폼 및 검색엔진 대상 연간 평가제도 도입 등을 통한 온라인 플랫폼 상 사용자 권리 보호
  - 사용자에게 노출되는 콘텐츠 조정 결정권 제한, 사용자 불만 제기에 대한 지원, 사용자 기본 권리 존중 강화 등을 통한 플랫폼 업체 투명성 및 책임성 강화

## (6) 소결

- (정책 동향 종합) 주요국들은 기술패권 경쟁 강도 심화에 본격적으로 대응하고 있으며 이러한 과정에서 기술 분야 확대 및 포괄화, 정부 역할 확대 및 민간 참여 강화, 국제협력의 중요성 증대 등의 양상이 나타나고 있음
- 과거에는 국가전략기술의 범위가 비교적 좁고, 주로 군사, 통신, 에너지 등과 같은 분야에 집중되었으나 최근에는 인공지능, 빅데이터, 양자기술 등과 같은 첨단 기술이 국가전략기술의 범위에 포함되는 추세
- 과거에는 정부가 국가전략기술의 개발 및 육성에 주도적인 역할을 했으나 최근에는 민간 참여를 확대하기 위해 다양한 정책을 추진 중(예: 미국은 「The Endless Frontier Act」를 통해 민간의 연구개발 투자를 지원)
- 기술패권 경쟁은 국가 간 경쟁이 아니라 동맹국-비동맹국 간 글로벌 경쟁의 성격을 갖고 있기에 각국은 국제협력을 통해 기술패권 경쟁에서 우위를 확보하기 위해 노력 중

- (정책적 시사점) 기술패권 경쟁은 국가 간 경쟁의 핵심축으로 부상하였고, 이는 기술 혁신과 확산을 촉진하는 효과를 가져올 수 있으나 국제적 갈등과 분쟁의 위험을 높일 수도 있음
  - 과거에는 경제력이나 군사력 등의 전통적 요소가 국가간 경쟁의 주요한 요소였으나 최근에는 기술력이 국가 경쟁력의 핵심 요소로 부상하면서 기술패권 경쟁이 국가 간 경쟁의 핵심축이 되고 있는 경향
  - 주요국 정부의 기술패권 경쟁 정책은 기술 혁신을 위한 투자와 연구개발을 확대하고, 기술의 확산을 촉진하는 효과를 가져올 수 있고, 이는 기술 발전과 신산업 및 일자리 창출에도 기여할 수 있는 가능성이 존재
  - 반면 주요국 정부의 기술패권 경쟁은 기술 의존도를 높이고, 기술을 둘러싼 국제적 갈등과 분쟁의 위험을 높이고, 글로벌 안보에 위협이 될 수 있는 위험성도 동시에 존재
- (이슈 감지의 중요성) 기술패권 경쟁 구도 관점에서 정확한 이슈 감지는 기술패권 경쟁 상세 동향 파악, 성과 극대화 및 위험 완화에 일조할 수 있음
  - 국가 간 경쟁의 핵심축으로 부상하고 있는 기술패권 경쟁 동향을 정확하게 파악하여 이에 대응하기 위한 정책의 방향을 올바르게 설정할 수 있도록 지원
  - 기술패권 경쟁이 유발하는 기술혁신 및 신산업 창출 동향을 명확하게 파악하여 이를 극대화하기 위한 정책의 적시 추진 지원
  - 기술패권 경쟁이 초래할 수 있는 국제적 갈등과 분쟁의 소지가 있는 단서를 조기에 파악하여 이를 선제적으로 완화할 수 있는 정책 수립 지원

### 3 국가전략기술 이슈 개념 설정

#### (1) 개요

- 본 절에서는 국가전략기술 이슈 개념을 설정하기 위하여 학술적 정의를 검토하고, 키워드 분석을 활용하여 국가전략기술 이슈 세부 영역을 설정
  - (문헌연구) 사회과학 관점의 이슈 정의
  - (키워드 분석) 국가전략기술 정책 관련 뉴스 데이터의 키워드 분석

#### (2) 문헌연구

- (사회과학 관점의 이슈) 사회 내에서 논쟁이나 논쟁의 대상이 되는 문제/상황
  - (Berger & Luckmann, 2023) 이슈는 사회적으로 구성된 현상으로 사회적 상호작용, 가치 및 해석의 산물
  - (McCombs & Shaw, 1972) 이슈는 의제 설정 프로세스를 통해 식별되고 대중의 관심을 끌게되는 특성이 있고 여기에는 미디어/정책 입안자와 같은 개인/기관이 특정 주제를 선택하고 강조하는 것이 포함
  - (Kingdon & Stano 1984) 정책 연구에서 이슈는 주의와 개입이 필요한 주제로 개념화
  - (Blumer, 1971) 사회 이슈는 개인이나 사회에 부정적인 영향을 미치는 것으로 인식되는 사회 문제의 하위 집합
  - (Beck 1992) 이슈는 세계화와 초국가적 문제를 포함하며 이의 해결을 위해서는 글로벌 상호 연결성과 글로벌 솔루션이 필요
  - (Hall & Du Gay 1996) 이슈는 정체성 및 문화적 문제를 포함
- (과학기술 분야 이슈 정의의 어려움) 과학기술 분야 이슈는 세부영역을 특정할 수 있는 명확한 학술적 정의가 부재
  - 과학기술 분야 이슈는 과학기술의 발전과 사회의 변화에 따라 다양하게 발생
  - 과학기술 분야 이슈 세부영역을 명확히 정의하는 학술적 기준 또는 정의는 부재하며 이는 연구자의 관심사와 연구 목적에 따라 다양하게 정의되는 경향

- 통상적으로 과학기술 분야 이슈의 영역은 과학기술의 사회적 이슈와 기술적 이슈로 분류
  - (사회적 이슈) 이는 과학기술의 사회적 영향과 관련된 이슈를 의미
  - (기술적 이슈) 이는 과학기술의 발전 방향과 관련된 이슈를 의미
- 그러나 과학기술 분야 이슈 세부영역 설정은 연구자가 자체적으로 목적에 맞추어 설정해야하는 한계가 존재
- 따라서 본 연구에서는 별도의 키워드 분석을 수행하여 세부영역을 도출

### (3) 국가전략기술 정책 이슈 세부영역 도출

- 본 연구는 국가전략기술 정책 이슈의 세부영역 설정을 위하여 관련 법을 활용하여 예상되는 세부영역을 추정하고, 각 세부영역별 정량적 비중을 산정
  - 「국가전략기술 육성에 관한 특별법 시행령(안)」을 참고하여 국가전략기술 정책 이슈 세부영역으로 추정되는 4개 예상 영역을 도출
    - 일반적 관점에서 국가전략기술 이슈 세부영역은 크게 ①기술, ②경제, ③신산업, ④공급망, ⑤외교안보로 나눌 수 있음
    - 그러나 이는 개념적 분류이며 5개 영역 간 서로 겹치는 영역이 존재하여 MECE하지 않은 측면
    - 따라서 이를 보완하기 위해 보다 객관적·정량적 방법을 통한 국가전략기술 이슈 세부영역 설정과 그 비중 확인이 필요
    - 이를 위하여 「국가전략기술 육성에 관한 특별법 시행령(안)」에 정의된 국가전략기술 정의 및 선정·관리 내용을 참고하여 공통 키워드 4개\*를 도출하고 이를 예상 세부영역으로 추정
- \* 경제, 산업, 외교·안보, 신기술

※ 제2조(정의) “국가전략기술”이란 **외교·안보** 측면의 전략적 중요성이 인정되고 **국민경제** 및 **연관 산업**에 미치는 영향이 크며 **신기술·신산업 창출** 등 미래 혁신의 기반이 되는 기술로서 제8조 제1항에 따라 선정된 기술을 말한다.

※ 제8조(국가전략기술의 선정·관리) ② 과학기술정보통신부장관이 제1항에 따라 국가전략기술을 선정할 때에는 다음 각 호의 사항을 고려하여야 한다.

1. **국민경제** 및 **연관 산업**에 미치는 영향
2. **외교·통상** 및 **국가안보** 측면의 전략적 활용가능성
3. **신기술** 및 **신산업 창출** 기여도
4. 국가전략기술 분야의 국내외 **특허·기술** 동향
5. 그 밖에 국가전략기술 육성을 위하여 필요한 사항으로 대통령령으로 정하는 사항

□ 다음으로 국가전략기술 정책 관련 국내 뉴스 데이터를 수집하여 해당 4개 영역별로 언급되는 키워드 빈도를 계산

- (시맨틱 쿼리 및 유사도를 적용한 데이터 수집 결과) ‘국가전략기술’이라는 시맨틱 쿼리와 시맨틱 유사도 ‘0.5’를 적용하여 뉴스 데이터를 수집하고, 중복 데이터를 제거한 결과 28,389건의 최종 데이터 확보
  - (4개 영역별 키워드 비중 산정) 키워드별 빈도수 분석 결과 신기술은 17,493건, 외교·안보는 8,983건, 산업은 1,109건, 경제는 804건의 빈도수가 도출
- ※ 연구진들이 논의하여 다음과 같이 예상 이슈 세부 영역별 관련 키워드들을 사전에 매칭함으로써 키워드 비중 분석 결과의 정확도를 향상

<표 1> 예상되는 국가전략기술 이슈 세부영역별 정의 및 관련 키워드

예상 이슈 세부 영역	정의	관련 키워드
경제	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생산성을 향상시키고 새로운 산업을 창출하는데 기여하는 기술</li> <li>• 경제 성장을 촉진하는 기술</li> <li>• 경제적 가치를 창출하는 기술</li> <li>• 경제적 이익을 증대하는 기술</li> <li>• 국가 경쟁력 강화에 기여하는 기술</li> <li>• 국민의 삶의 질 향상, 사회 발전에 기여하는 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생산성, 소비, 성장, 육성, 경제, 산업, 기업, 투자</li> </ul>

예상 이슈 세부 영역	정의	관련 키워드
산업	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 새로운 산업의 등장을 가능하게 하는 기술</li> <li>• 기존 산업을 발전 또는 변화시키는 기술</li> <li>• 특정한 기술이나 분야에 기반을 둔 경제 활동</li> <li>• 경제적 성장을 견인하는 활동의 집합</li> <li>• 경제적 효율성을 높이는 활동의 집합</li> <li>• 산업의 생산성을 높이는 기술</li> <li>• 산업의 효율성을 높이는 기술</li> <li>• 산업의 경쟁력을 높이는 기술</li> <li>• 산업의 구조를 변화 또는 개선하는 기술</li> <li>• 산업의 지속가능성을 높이는 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신산업 창출, 기술 기반 산업, 산업기술, 산업 생산성</li> </ul>
외교·안보	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국가 간 교역, 투자, 기술 협력 등 경제적 교류를 통해 국가의 이익을 증진하기 위한 활동에 영향을 미치는 기술</li> <li>• 국가 간 경제적 교류를 활성화 또는 저해하는 기술</li> <li>• 국가 간 경제적 갈등을 완화 또는 심화하는 기술</li> <li>• 국가 간 경제적 안전을 확보 또는 위협하는 기술</li> <li>• 국가 간 경제적 발전을 촉진 또는 저해하는 기술</li> <li>• 국가 간 경제적 지속가능성을 제고 또는 저하하는 기술</li> <li>• 국가 간 기술 협력을 촉진 또는 저해하는 기술</li> <li>• 국가 간 경제적 이해관계를 조율하는 기술</li> <li>• 국가 간 신뢰를 구축 또는 약화하는 기술</li> <li>• 국가 간 안보 협력을 강화 또는 약화하는 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무역, 수출, 수입, 경제교류, 협력, 제재, 규제, 기술이전, 기술 보호, 기술 제재, 기술 표준</li> </ul>
신기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기존에 존재하지 않거나 기존 기술을 크게 개선한 기술</li> <li>• 사회 및 경제에 큰 영향을 미칠 가능성이 있는 기술</li> <li>• 국가 안보 및 경쟁력 강화에 중요한 기술</li> <li>• 국가 미래 성장을 견인할 수 있는 기술</li> <li>• 기술 혁신과 산업 발전을 촉진하는 기술</li> <li>• 새로운 산업과 시장을 창출할 수 있는 기술</li> <li>• 기존 산업의 패러다임을 바꿀 수 있는 기술</li> <li>• 미래 사회의 삶과 문화를 변화시킬 수 있는 기술</li> <li>• 혁신적인 기술</li> <li>• 창의적인 기술</li> <li>• 파괴적인 기술</li> <li>• 지속가능한 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유망기술, 혁신기술, 신기술, 도전적 기술,</li> </ul>

#### (4) 소결

- 본 절에서는 국가전략기술 이슈 개념을 설정하기 위해 문헌연구와 키워드 분석을 수행하여 다음과 같은 시사점을 도출
  - 문헌연구를 통해 사회과학 분야 이슈에 대한 다양한 정의를 정리하여 이슈가 사회 문제 관점, 정체성 및 문화적 문제 등 다양한 영역을 커버하고 있음을 확인

- 또한 과학기술분야 이슈의 경우 명확한 학술적 정의가 부재하고, 연구자의 편의·목적에 따라 다양하게 영역이 설정되는 한계가 존재함을 확인
- 따라서 본 연구는 국가전략기술 이슈 세부영역 설정을 위해서 「국가전략기술 육성에 관한 특별법 시행령(안)」을 중심으로 세부영역을 추정하였고, 이를 보완하기 위해 각 영역별 비중 분석을 수행
- 이를 통하여 국가전략기술 정책에서는 신기술이 가장 많이 강조되고, 다음으로는 외교·통상, 산업, 경제가 강조되고 있음을 확인
- 해당 결과는 국가전략기술 이슈 감지·분석 시스템 활용에 참고 예정
  - ※ 세부 영역명을 검색 키워드 등으로 활용

## 4 국가전략기술 분야별 이슈 감지·분석 시스템 설계 및 구축

### (1) 개요

- 본 장에서는 국가전략기술 분야 관련 이슈 감지·분석을 수행한 선행연구 및 AI를 활용한 이슈 감지·분석 선행연구를 분석하여 연구동향과 한계점을 도출하고, 이를 개선하기 위한 방법론을 연구·적용하여 국가전략기술 분야별 이슈 감지·분석 시스템을 설계·구축
- (문헌연구 1) 現 국가전략기술 12대 분야 이슈를 감지·분석한 국내외 선행연구 분석
  - (분석 목적) 본 연구의 대상인 12대 국가전략기술 분야의 이슈 도출·분석한 선행 연구들의 접근방법, 수준 등을 파악하여 시스템 설계에 필요한 시사점 도출
  - (분석 사항) 문헌별 이슈 감지·분석 방법론 확인, 분석자료, 주요 결과 및 한계점 도출
- (문헌연구 2) AI를 활용하여 정량적으로 특정 분야 이슈를 감지·분석한 국내외 선행연구 분석
  - (분석 목적) 본 연구에서 목표로 하는 AI 기술을 활용한 이슈 도출·분석을 적용한 선행연구들의 분석 이슈/목적/데이터 등을 파악하여 시스템 설계에 필요한 시사점 도출
  - (분석 사항) 문헌별 분석 목적 및 이슈 확인, 문헌별 분석 데이터, 방법론 및 한계점 도출
- (시스템 설계) 선행 연구의 한계점을 극복하기 위해 Embedded Topic Modeling을 적용하여 국가전략기술 분야별 이슈 감지·분석 시스템을 설계
  - 시스템 설계 목적 명확화
  - 이슈 감지 및 분석 단계별 시스템 필요 사항 정립
  - 시스템 필요 사항별 시스템 설계 반영 내용 정리
- (시스템 구축) 국가전략기술 분야별 이슈 감지·분석 시스템 구축 결과
  - 시스템 주요 기능 설명
  - 시스템 기본 화면 설명

### (2) 문헌연구

- (문헌연구 1) 現 국가전략기술 12대 분야의 이슈를 감지·분석한 국내외 선행 연구 분석하여 문헌별 이슈 감지·분석 방법론, 분석자료, 주요 결과 확인 및 한계점 도출

- (KDB미래전략연구소, 2023) 모바일기기 증가, 전기 자동차 보급 확대 등으로 수요가 급증되고 있는 전력반도체의 시장 동향을 분석 및 전망
  - (분석 자료) 조명·전기설비학회지의 논문, 시장조사업체, 증권사 투자리포트 등
  - (방법론) 상기 자료의 내용을 발췌하여 전력반도체 정의부터 소자의 종류와 용도, 세계 전력반도체 시장규모, 시장점유율, 차세대 전력반도체 소재, 기업 동향 등을 제시
  - (주요 내용) 실리콘 대비 성능이 우수한 화합물 반도체가 차세대 전력반도체 소재로 각광
    - ※ 전력반도체는 전력의 변환, 제어 등을 수행하는데 사용되는 반도체로, 모바일기기의 증가, 전기자동차 보급 확대 등으로 관련 시장이 지속적으로 성장 중
    - ※ 차세대 전력반도체 소재로 기존의 Si(실리콘, 규소) 대비 고온·고전압 환경에서 유리하고 전력 효율이 높은 화합물 반도체가 주목
    - ※ 글로벌 제조사들은 SiC, GaN 전력반도체를 전기자동차에 적용 중이며, 국내에서는 차세대 전력반도체 시장 진출을 위한 투자를 확대 중
  - (한계점) 별도의 이슈 정의 및 정량적/체계적 이슈 분석 부재, 전력반도체의 유형, 종류별 시장 전망 등 세부 내용 부재
- (한국산업기술진흥원, 2022) 이차전지 개발동향, 공급망, 공급망 관련 미국의 정책을 분석하여 관련 이슈 도출
  - (분석 자료) 주요 시장조사기관의 이차전지 시장 전망과 동향, 이차전지 개발과 관련된 논문, 공급망 관련 기업 및 생산공장 위치 등
  - (방법론) 상기 자료의 내용 및 미국 에너지부의 공급망 정책 분석
  - (주요 결과) 기존 소형 IT 기기 위주의 리튬이온 이차전지의 수요가 전기자동차의 판매증가로 인해 대용량, 고에너지 저장능력 위주로 변환
    - ※ 리튬이차전지의 글로벌공급망은 Downstream 분야인 채굴, 정제, 부품 제조에서 특정 국가의 의존도가 높음
    - ※ 리튬이온 이차전지의 개발현황과 4-5세대 개발 계획 및 현황에 의하면 30년 이후 리튬전지가 현재 가격의 50%수준 가격에서 공급되므로 가격경쟁력 확보를 위한 대책 필요
    - ※ 미국은 차세대 리튬이온전지를 포함한 세계 최고의 기술과 연구개발 역량을 보유하고 있으므로 전략적 파트너십을 통해 핵심 기술에 대한 접근을 강화할 필요
    - ※ 팬데믹 이후 공급망에서 여러 취약점이 발견됨
    - ※ 효과적인 글로벌 공급망 개편 대응을 위해 리튬이온 전지 재사용 및 재활용 기술의 확보 필요
  - (한계점) 별도의 이슈 정의 및 정량적/체계적 이슈 분석 부재 국내 현황을 고려한 시사점이 부족한 측면

- (한국산업기술평가관리원, 2022) 자율주행 휴먼 머신 인터페이스의 소개와 기술, 산업 및 시장, 정책 동향을 살펴보고 관련 시사점 도출
  - (분석 자료) 주요국 및 주요 기업의 정책 자료, 기술 소개 자료, 시장조사 기관의 시장 전망 등
  - (방법론) 상기 자료 분석을 통한 자율주행 HMI 핵심 기술 소개 및 변화 정리
    - ※ 자율주행 HMI 산업 및 시장 동향 분석
    - ※ 자율주행 HMI 관련 정책 동향 분석
  - (주요 결과) 자율주행 기술 고도화에 따른 운전 환경과 이용 형태 다변화에 대한 대응이 요구되는 상황
    - ※ 미래차의 탑승공간은 운전자뿐만 아니라 탑승객 모두의 삶/여가/거주 공간으로 변화하면서 자율주행차를 둘러싼 자연스러운 HMI 기술의 니즈 증대
    - ※ 자율 주행 기술 레벨별 HMI 기술 개발이 필요
    - ※ Lv.3의 경우 자율주행 환경에서 운전자와 자율주행시스템 간 Seamless 제어권 유지 및 관리를 통해 안전성 및 신뢰성 확보 기술 개발이 필요
    - ※ Lv.4의 경우 탑승자 개념의 모빌리티 서비스 관점에서 사용자 경험 연구 및 외부와의 인터랙션을 통한 편의성과 사용성을 향상시키는 기술 개발 필요
    - ※ 자율주행환경에서 휴먼 데이터 수집·분석과 휴먼 예러 연구 등 해외대비 부족한 기초 연구 지원 필요
  - (한계점) 별도의 이슈 정의 및 정량적/체계적 이슈 분석 부재, 자율주행 관련 높은 수준의 기술을 보유한 중국 동향 정보 부재
- (한국전자통신연구원, 2023) 도심항공모빌리티의 개념과 특성, 국내외 정책·산업 동향 및 이슈에 대해 분석
  - (분석 자료) 주요 논문, 글로벌 시장조사업체의 자료, 한국·미국·유럽·아시아의 정책 자료
  - (방법론) 상기 문헌조사를 통한 UAM의 동향 및 이슈 정리
  - (주요 결과) 도심항공모빌리티는 도심 내 3차원 공중교통체계를 활용하여 승객과 화물을 운송하는 항공운송생태계를 의미
    - ※ (국내 동향) K-UAM 로드맵 발표 이후 국가전략기술 세부 중점기술로 지정('22.10)
    - ※ (미국 동향) 소형 비행기 감항요건 개정 및 UAM ConOps 발표 이후 Agility Prime Program 추진 중
    - ※ (시장 동향) UAM 시장은 아직 초기 단계이기 때문에 규모가 크지 않지만, 글로벌 UAM 시장 규모는 '22년 26억 달러 규모에서 '30년 283억 달러 규모로 성장할 것으로 전망
    - ※ (주요 스타트업) 이항(중국), 조비 에비에이션(미국), 릴리움(독일), 볼로콥터(독일), 아처 에비에이션(미국) 등이 있음
    - ※ (주요 기업) 에이버스, 보잉, 벨(항공분야), 현대자동차, GM, 도요타, 다임러, 볼보, 지리자동차

- (자동차), 우버, 허니웰, 한화시스템, SKT, 카카오모빌리티(IT·플랫폼) 등
- (한계점) 별도의 이슈 정의 및 정량적/체계적 이슈 분석 부재, 현재 수행 중인 R&D 사업 등과 앞으로의 기술전망을 토대로 시사점을 도출할 필요
- (국립환경과학원, 2022) 수소를 활용하는 자동차의 기술개발 동향을 분석하여 국내에 적용할 수 있는 시사점 도출
  - (분석 자료) 수소 자동차 관련 주요 문헌
  - (방법론) 문헌분석
  - (주요 결과) 글로벌 탄소중립 목표 달성을 위해 이산화탄소 배출이 적은 수소차의 개발 및 양산이 강화되고 있음
    - ※ 장거리 운행 등으로 유해가스 배출량이 많은 상용차에 대한 무공해 요구가 커짐에 따라 국내외 업체들은 상용차를 중심으로 수소연료전지차와 수소내연기관자동차 개발을 동시에 추진
    - ※ 초기에는 연료전지 수소전기차(FCEV)에 관심이 집중되다가 최근에는 중형 및 대형 트럭 운송 분야를 중심으로 내연기관 구동 수소 차량에도 주목
    - ※ 기술적 난제와 시장의 불확실성이 존재하지만, 주요국은 수소연료전지차량과 수소내연기관 차량에 대한 개발을 추진
    - ※ 수소연료전지차량은 완성차 수준에서의 글로벌 기술 경쟁력은 높지만 소재 및 부품산업 영역의 가치사슬 구성이 미흡하여 소·부·장 중 독점성 높고 가격 비중 높은 부분에 대해 국산화 필요
    - ※ 수소내연기관 차량의 경우 수소엔진차에 필요한 수소를 충전할 초고압 탱크 개발과 함께, '조기착화'와 '냉각 손실 문제', '낮은 열효율' 문제를 해결할 수 있는 기술개발 필요
  - (한계점) 별도의 이슈 정의 및 정량적/체계적 이슈 분석 부재, 글로벌 시장 동향 및 전망 내용 부재
- (두산에너지빌리티, 2022) 소형모듈형원전(SMR) 기술 및 정책 동향을 소개하여 국내 기업의 사업화 추진에 필요한 기초자료로 제공
  - (분석 자료) International Atomic Energy Agency, International Energy Agency 등의 국제 에너지 기관과 주요 기업의 홈페이지에 소개된 기술동향
  - (방법론) 상기 자료의 문헌연구
  - (주요 결과) 소형모듈원전이 탄소중립 시대의 에너지분야의 Game Changer로 대두되므로 새로운 성장동력으로 육성 필요
    - ※ (정의) 소형모듈원전(SMR)은 기존 원전 대비 적은 용량(300MWe) 이하의 중소형 원자로를 지칭하며, 경수로, 중수로, 고속로, 고온로 등 다양한 중소형 원전을 통칭
    - ※ 기존원전보다 원자로의 용량은 작지만 모듈형 설계로 용량을 확장할 수 있음
    - ※ 이와 더불어 노후 화력 발전소 부지를 재활용할 수 있도록 더 간소화된 설계와 높은 안정성을 추구

- ※ 전 세계 약 70여개 업체가 소형모듈형원전 기술개발을 추진 중
- ※ 우리나라 또한 지난 '21년 6월 한국형 소형모듈형 원전인 '혁신형 SMR'이 정부 예비타당성 검토를 통과하여 공식 개발에 착수
- (한계점) 별도의 이슈 정의 및 정량적/체계적 이슈 분석 부재, 각 국가/기업별 기술개발 현황 비교·분석 부재
- (식품의약품안전평가원, 2023) 합성생물학 관련 산업, 기술개발, 정책 동향 및 이슈를 정리하여 국가정책과 기업의 의사결정의 기초자료 제공
  - (분석 자료) 합성생물학 관련 주요 연구기관의 보고서 및 주요국 관련 기관 홈페이지의 정책소개 자료 등
  - (방법론) 문헌연구
  - (주요 결과) 합성생물학은 다양한 산업에서의 활용성과 지속가능성으로 인해 귀추가 주목되는 분야
    - ※ 생명과학에 공학적 개념을 도입함으로써 다양한 산업에서 응용할 수 있는 가능성이 높음
    - ※ 우리나라는 '국가 합성생물학 이니셔티브'를 발표하며 합성생물학 기술 육성을 천명
    - ※ 미국은 '22년 9월 '국가 생명공학·바이오제조 이니셔티브'를 발표하며 합성생물학에 대한 투자를 천명하였고, 중국, 독일, 프랑스 등 주요국도 국가 주도에 의한 산업 발전을 발표
    - ※ 국내 합성생물학 관련 정책은 기술 개발 지원 및 인프라 구축이 대부분으로, 장기적인 육성 및 상용화를 위해서는 거버넌스에 대한 논의가 필요
    - ※ 합성생물학이 신생 학문 분야인만큼, 국가 주도하에 민간 기업이 연구개발에 몰두할 수 있는 환경 조성이 필요
  - (한계점) 별도의 이슈 정의 및 정량적/체계적 이슈 분석 부재, 해외 주요국별 국가 주도 R&D 사업 관련 내용 부재
- (한국바이오협회, 2023) 세포·유전자치료제 글로벌 시장 동향 및 전망 제시
  - (분석 자료) JP Morgan Healthcare Conference에서 재생의료연합의 Timothy D. Hunt의 발표 내용(세포·유전자치료제 기업의 투자, 치료제의 허가 동향, 글로벌 기업 수 등)
  - (방법론) 상기 자료 자체 분석
  - (주요 결과) 미국에서의 세포·유전자치료제 개발이 활발
    - ※ '22년 전세계 세포·유전자치료제 투자액은 전년대비 44%가 감소
    - ※ '19년 98억 달러, '20년 199억 달러, '21년 227억 달러로 지속 증가 추세에 있었으나 '22년은 126억 달러로 급격하게 감소
    - ※ 그럼에도 불구하고 '22년 미국, 유럽에서 최초로 6개가 허가되었고, 6개가 새로운 지역 또는 새로운 적응증으로 허가되는 성과가 창출됨
    - ※ '23년은 세포·유전자치료제에 대해 2,220개 임상이 진행

- ※ 전세계 세포·유전자치료제 개발기업은 1,457개사로 전년 대비 11%가 증가
- ※ '23년에는 세계 최초로 유전자편집기술(CRISPR)을 이용한 유전자치료제가 허가받을 것으로 전망
- ※ 이와 더불어 세계 최초로 고형암에 대한 적응세포치료제와 뒤센느 근이영양증 유전자치료제 또한 허가를 앞두고 있음
- (한계점) 별도의 이슈 정의 및 정량적/체계적 이슈 분석 부재, 해외 연사의 발표를 요약한 보고서로 독자적인 자료 분석과 관련 시장 전망 부재
- (한국바이오경제연구센터, 2022) 글로벌 헬스케어 서비스 시장 동향과 핵심 기술, 제도적 주요 이슈를 분석
  - (분석 자료) 글로벌 시장조사기관 리포트, KMA 정책보고서 및 주요국 연구소의 산업보고서 등
  - (방법론) 문헌연구
  - (주요 결과) 글로벌 헬스케어 시장은 '20년 1,525억 달러에서 연평균 18.8%로 성장하여 '27년 5,088억 달러 규모에 이를 것으로 전망
    - ※ 디지털 헬스케어의 4가지 분야의 규모는 모바일 헬스, 디지털 보건의료 시스템, 보건의료 분석학, 원격의료 순으로 시장이 구성
    - ※ 관련 핵심 기술은 사물인터넷, 인공지능, 로봇공학, 블록체인으로 구분
  - (한계점) 별도의 이슈 정의 및 정량적/체계적 이슈 분석 부재, 산재되어 있는 다양한 법제도적 이슈에 대한 언급 부족
- (한국화학공학회, 2022) 수전해 기술 산업의 현황과 연구 동향, 연구 사례에 대해 소개하고, 수전해 기술의 향후 전망 검토
  - (분석 자료) 주요 수전해 기술 업체의 동향을 소개하는 보고서, 논문 등
  - (방법론) 문헌연구
  - (주요 결과) 탄소중립을 위해 에너지 믹스 내 친환경 수소의 역할이 주목을 받음
    - ※ 무탄소전기의 직접 보금이 어려운 분야에서 에너지 교역재로서의 역할을 기대
    - ※ (P2G) '11년 EU에서 150kW급 수전해를 통해 수소충전소용 그린수소의 공급을 시작으로, 현재는 20MW 수준에서 가스, 전력, 전해조 등의 전략적 제휴를 통해 컨소시엄을 구성하여 사업 확대
    - ※ EU는 '30년까지 GW급 스케일의 실증 사업을 계획하고 있음
    - ※ 수소충전소, 전력망 연계 그리드 밸런싱, 암모니아, 제철, 혼소 및 전소 등의 발전 분야에 그린수소 공급을 목표로 함
    - ※ 그린수소의 생산단가를 2,500원 이하/kg으로 확보하려면 수전해기 이용률 50% 이상, 내구성 10~20년, 장치효율 80~85%를 확보하면서, MW당 2~5억원 수준의 가격경쟁력 확보가 선결되어야 함
    - ※ 수전해 산업은 별도의 국내 밸류체인이 구축되어 있지 않기 때문에 각 소재와 부품, 관련된 산업체를 연결할 수 있는 양산성과 공급망 확대방안이 강구되어야 함

- (한계점) 별도의 이슈 정의 및 정량적/체계적 이슈 분석 부재, 기술 활성화를 위한 주요국 정책 보완 필요
- (Deloitte, 2022) 국내외 수소 기술 개발 현황을 분석하여 수소 경제로의 전환을 위한 과제 도출
  - (분석 자료) 정부의 수소 기술개발 로드맵 이행현황 및 향후 계획과 유럽의 수소 로드맵, IEA의 Global Hydrogen Review 등
  - (방법론) 문헌연구
  - (주요 결과) 수소에너지는 기후변화에 대응할 수 있는 효과적인 수단
    - ※ 각국은 수소에너지 기술우위를 선정하기 위해 막대한 연구개발비용을 투자 중
    - ※ 또한 핵심기술에 대한 실증사업을 전략적으로 지원하여 향후 수소시장에서 유리한 고지를 점하기 위해 경쟁 중
    - ※ 국내에서는 수소활용부문 기술에 연구가 집중된 경향을 보임
    - ※ 국내 수소산업은 아직까지 발전 초기 단계로 수소 시장 규모도 아직까지는 매우 작은 수준
    - ※ 대한민국 정부는 `19년 수소경제 로드맵 발표 이후 `21년 세계 최초로 수소법을 시행하여, 수소기술 생태계 발전을 위한 근간 마련
    - ※ 다만 로드맵에 다양한 목표치에 절반밖에 이르지 못한 상황
  - (한계점) 별도의 이슈 정의 및 정량적/체계적 이슈 분석 부재, 국내 정책 대비 주요국의 정책 비중이 높지 않기에 국가 간 정책비교는 무리가 있음
- (한국전자통신연구원, 2023) 사이버보안 전략 방향 수립을 위한 시사점 도출
  - (분석 자료) 주요국·기관의 사이버보안 관련 정책 문서와 보고서(주요국 국가전략 및 투자 방향 등)
  - (방법론) 문헌연구
  - (주요 결과) 사이버보안에서 발생하는 피해는 재정적 손실로 이어지고 사회적 혼란을 촉발할 수 있어 국가 차원의 관리가 필요
    - ※ 주요국은 국가별로 차이가 있으나 개별 부처가 아닌 국가 차원의 역량을 결집하여 지휘부를 중심으로 종합 대응하는 방향으로 거버넌스를 강화 중
    - ※ 사이버보안 최고 책임자로 대통령, EU집행위원장, 내각관방장관 등 국가 최상위 지도부가 담당하고 있으며, 대부분 관련 법령을 통해 체계적으로 역할을 부여하여 일사분란한 대응체계를 갖추
    - ※ 기술생태계 전반의 보안 및 탄력성 확보, 보안 책임 강화, 국가 중요 인프라에 대한 보호 강화, 소프트웨어 공급망 강화 및 정책의 실효적 추진을 위한 정보 공유 강화 등이 필요
    - ※ 디지털화 진전을 전제로 제로 트러스트의 광범위한 도입, 소프트웨어 조달과 관련한 다양한 이슈에 대한 대응책 마련, AI와 양자 이후 암호화 등 신기술 대응 마련 등에 투자 필요
  - (한계점) 별도의 이슈 정의 및 정량적/체계적 이슈 분석 부재, 큰 정책 아젠다는 제시하였지만, 구체적인 정책과제는 제시하지 못한 측면

- (한국전자통신연구원, 2020) 공급망 보안 관련 기술 동향 파악
  - (분석 자료) 국내외 논문과 기관의 보고서
  - (방법론) 문헌연구
  - (주요 결과) 공급망 대상 보안 위협은 지속적으로 증가하고 있으며, 최근에는 소프트웨어 기반의 기존 공격방식을 탈피하여 하드웨어로까지 공격 확대
    - ※ HW 공급망 취약점은 물리적 부품 수준의 보안 이슈여서 회로로직을 수정하기 전까지 근본적으로 해결이 어려움
    - ※ HW 공격과 관련된 전문가가 부재한 국내와 달리, IT 선진국들은 하드웨어 공급망 위협의 파급효과를 인지하여 다양한 대응 수단을 마련
    - ※ 중국의 경우 타겟 하드웨어의 분석으로부터 다양한 정보를 취득하여 제공하는 서비스를 영리활동으로 추진
    - ※ 만약 이러한 기술격차를 국내를 향한 공격으로 활용할 경우 현재 상황에서 대응은 불가
    - ※ 동 분야의 국제적 기술 격차를 해소할 수 있도록 하드웨어적 보안 취약성 존재 여부를 판별할 수 있는 분석 체계 구축과 원천기술의 조속한 연구개발이 요구됨
  - (한계점) 별도의 이슈 정의 및 정량적/체계적 이슈 분석 부재, 현재 추진되고 있는 R&D 사업에서 본 고에서 제시한 목표를 달성하기 위해 필요한 과제 또한 제시할 필요
- (한국인터넷진흥원, 2021) 메타버스 및 디지털트윈의 활용 사례를 소개하고, 이 과정에서 발생하는 보안이슈를 분석
  - (분석 자료) 글로벌 시장조사기관의 분석자료와 보고서, 주요 기업 홈페이지를 통한 활용사례 수집 등
  - (방법론) 문헌연구
  - (주요 결과) D·N·A 인프라를 통한 가상환경은 일상화 되고 보안 이슈는 증가할 전망
    - ※ 가상융합기술은 오프라인경제와 디지털경제의 융합을 통해 현실과 가상세계 간 경계를 허물고 활동공간을 확장시켜 가상융합공간에서 경제주체간 상호작용이 확대됨
    - ※ 팬데믹으로 인해 비대면 언택트 시대가 장기화됨에 따라 가상융합기술을 활용한 메타버스 환경의 플랫폼이 주목받기 시작
    - ※ 국내 기업들은 MZ세대의 감성에 맞춰 메타버스 활용방안을 모색하고 있으며 새로운 사업기회로 만드는 중
    - ※ 디지털 트윈은 주로 제조분야를 중심으로 활용되고 있으나, AR, VR 등 가상융합 기술을 통한 시각화와 머신러닝을 포함한 AI 기술의 발전으로 다양한 산업분야에서 활용이 모색됨
    - ※ 메타버스는 개인정보, 콘텐츠 등 데이터를 대상으로 한 공격발생, 디지털 트윈은 현실세계와 연동된 데이터의 처리·분석 과정에서 보안위협 발생
  - (한계점) 별도의 이슈 정의 및 정량적/체계적 이슈 분석 부재, 도출한 이슈별 상세 분석과 현 법제도 분석 부재

- (한국정보화진흥원, 2020) 설명가능한 AI(explainable AI) 논의가 등장하는 상황에서 AI의 설명가능성 확보를 위한 법·정책적 과제를 제시
  - (분석 자료) 해외 AI 윤리 동향과 영국의 AI 의사결정 설명지침 등
  - (방법론) 문헌연구
  - (주요 결과) AI 설명가능성 확보를 위해 다음과 같은 법·정책적 과제 제시
    - ※ 기술발전을 위한 자율규제 환경을 조성하면서 잠재적 위험성에 대응하기 위하여 개발, 활용 모든 단계에 적용되는 AI 윤리기준 정립 필요
    - ※ AI 투명성 확보를 위해 AI 결정이 내려진 근거에 대한 설명을 요구할 수 있는 일반적인 설명요구권 도입 필요
    - ※ 투명성과 관련된 권리, 이의제기권, 적용거부권에 대한 인정 범위 확립
    - ※ AI 결정에 대한 책임 범위 명확화
    - ※ AI 모델의 차별방지 지침 및 가이드라인 마련 필요
    - ※ AI 안정성 표준 및 인증제도에 관한 선행 법제 연구 필요
    - ※ AI 시스템을 지속적으로 추적 평가할수 있도록 기업이 자율적으로 AI 시스템에 대한 영향평가를 수행할 수 있도록 하는 방안 마련
  - (한계점) 별도의 이슈 정의 및 정량적/체계적 이슈 분석 부재, 이미 발생한 문제에 대한 예시 부족
- (TTA, 2022) 주요국별 6G 기술 추진 현황 분석
  - (분석 자료) 한국, 미국, 유럽, 중국, 일본 등 주요국의 정책 자료
  - (방법론) 문헌연구
  - (주요 결과) 6G 기술의 각국 추진 현황에 대한 면밀한 분석을 통해 6G를 전략적으로 준비할 필요
    - ※ (한국) 6G R&D의 예비타당성 조사가 통과되고, 이를 본격적으로 추진하기 위해 6G R&D 전략위원회를 개최하고, '21년 실행계획을 발표
    - ※ (미국) 방위고등연구계획국(DARPA)를 중심으로 6G 연구 프로젝트를 본격적으로 착수하였으며, 5년간 2억 달러를 투자하는 JUMP(Joint University Microelectronics Program) 프로젝트를 운영
    - ※ (중국) 과학기술부를 중심으로 차세대 통신 기술·표준 개발을 위해 '브로드밴드 통신 및 신규 네트워크 중점 프로젝트'에 착수하였으며, '19년 11월에는 6G 전담기구를 출범
    - ※ (EU) 대학 중심의 다양한 연구주체가 참여하는 형태로 6G 프로젝트가 진행
    - ※ (일본) '30년 6G 도입을 목표로 'Beyond 5G 추진전략' 마련
  - (한계점) 별도의 이슈 정의 및 정량적/체계적 이슈 분석 부재, 민관협력의 역할이 중요한 분야인점을 감안 6G 민관협력 관련 거버넌스 수립, 역할분배에 대한 제언을 보완할 필요

- (한국전자통신연구원, 2022) 로봇 이동지능 분야 내 기술적 이슈를 점검하고, 관련 표준화 동향을 정리
  - (분석 자료) 주요 논문, 표준에 포함된 로봇 이동지능 자료
  - (방법론) 문헌연구
  - (주요 결과) 4족 보행로봇, 물류로봇, 농업로봇의 이동지능 기술 동향과 공간 표준화 동향을 제시
    - ※ 로봇 이동지능 기술은 일반 야외 환경, 물류 환경, 농업 환경, 재난 상황 등 다양한 산업 환경으로 확대 적용되는 핵심 기반 기술이 될 수 있음
    - ※ 보행로봇의 성능은 상당 수준까지 향상되었으나, 동적/비정형 환경에서 이동이 필요한 지형에 관해 3차원 공간인식이나 이동지능에 대한 기술적 해결책이 필요
    - ※ 노지나 험지와 같은 동적/비정형 환경에서 보행로봇의 성능을 시험하기 위한 실제 적용사례 부재
    - ※ 예측이 어렵고 기술적 난이도가 높은 동적/비정형 환경에서의 로봇 구현은 로봇 하드웨어 기술, 궤도 최적화 기술, 움직임 제어 기술, 환경 인식 기술 등이 효과적으로 융합되어야 함
    - ※ 로봇 이동지능을 실제 현장에 구현하기 위해서는 위치인식, 지도작성, 경로계획 및 제어 등 다양한 기술요소를 통합운영해야 함
  - (한계점) 별도의 이슈 정의 및 정량적/체계적 이슈 분석 부재, 표준화의 경우 공간표준화에만 초점을 맞추고 있음
- (AI Asia Pacific Institute, 2022) 아태지역의 신뢰할 수 있는 인공지능의 발전현황을 분석하고 정책적 제언을 제시
  - (분석 자료) 정부, 민간, 학계, 시민사회의 주요 전문가들의 인터뷰와 학술논문, 정책보고서, 백서, 미디어 문헌에 포함된 open-source dataset
  - (방법론) Best practice, Opportunities, Challenges, Prospects for collaboration의 4가지 관점에서의 질적 연구
    - ※ (Best practice) 자율규제(또는 공동규제), 산업지원, 인센티브와 관련된 각 민관의 성공사례를 분석
    - ※ (Opportunities) 국가의 AI 역량 성패와 관련된 요인을 지역 및 다자간 포럼·무역 협정에서의 규칙 제정 주도 능력, HW/SW 글로벌 공급망 접근성, 대규모 데이터 풀의 가용성·접근성 측면에서 고려
    - ※ (Challenges) AI와 관련하여 국가의 잠재력이나 이익을 제한할 수 있는 장애물(부적절한 인재 정책, 활기찬 스타트업 생태계 부재, 물리적·디지털 인프라 부족)에 대해 분석
    - ※ (Prospects for collaboration) 아태지역의 AI 협력 생태계 조성을 위해 각 국가가 양자, 지역, 다자간 협력관계를 맺고 있는 이니셔티브를 분석(국제적 협력 이니셔티브가 규제 요건의 조화를 촉진)

- (주요 결과) 혁신과 규제 조화, 신뢰할 수 있는 인공지능에서의 인적 요소 등을 강조
  - ※ (혁신과 규제 조화) 정부는 AI의 부정적 영향을 해소하면서 혁신을 장려하는 법규를 설계하는 데 있어 상대적 유연성을 조정하고 행사해야 함
  - ※ (신뢰할 수 있는 인공지능에서의 인적요소) 인간중심성, 공정성, 설명가능성, 투명성, 개인정보 보호의 책임성 등이 훼손된 상태에서 '인간'을 참조 대상으로 사용할 경우 AI는 사회에 부정적인 영향을 미치며, 이러한 내용에 대해 사회구성원의 이해가 올라감에 따라 민관 파트너십에서 개인정보 보호와 인권이 존중받음
  - ※ (디지털 경제 협정 등을 통한 신뢰할 수 있는 인공지능 제고) 정책 조정 및 보안을 통해 신뢰할 수 있는 인공지능의 기반을 조성할 수 있는 디지털 경제 국제 협약 필요
  - ※ (사이버보안 표준과 데이터 규제) 적절한 데이터규제와 사이버보안 표준을 통해 개인정보가 보호되며, 신뢰할 수 있고 책임감 있는 인공지능 활용이 가능
  - ※ (Soft/Hard 인프라의 균형잡힌 투자) 데이터센터등의 하드웨어 인프라 투자뿐만 아니라, 인재 양성 등의 soft infrastructure에도 균형있는 투자가 필요
  - ※ (특정 섹터에 집중) 비교우위가 있는 부분에 집중투자하여 단기간에 AI 구현의 효과를 제고할 필요
  - ※ (스타트업과의 협업생태계 구축) 대기업이 간과하거나 우선순위를 낮게 설정하는 분야에 집중하는 스타트업과의 협업생태계 구축 필요
- (한계점) 별도의 이슈 정의 및 정량적/체계적 이슈 분석 부재, 싱가포르, 한국, 일본, 호주, 인도의 5개국의 내부 정책과 협업에 초점을 맞추고, 이외 국가와의 교류 등은 배제
- (McKinsey, 2023) 미래 이동수단 전망
  - (분석 자료) 맥킨지 미래 모빌리티 센터의 소비자 설문조사
  - (방법론) 설문조사 결과 분석
    - ※ 주요국(중국, 독일, 인도, 미국)의 미래(2035) 모빌리티 전망을 모빌리티 변화 양상과 CO2 배출 규제 변화를 고려하여 분석
  - (주요 결과) 주요국 도시의 2035년 모빌리티 전망 제시
    - ※ (중국, 상하이) 공유모빌리티의 비중이 '22년 2%에서 '35년 24%로 상승 전망
    - ※ (독일, 뮌헨) 대중교통의 비중이 점차 증가하여 '22년 23%에서 '35년 35%를 기록할 전망
    - ※ (인도, 뭄바이) 전기자전거나 전기스쿠터가 대중화됨에 따라 대중교통 사용비중은 점차 감소할 것으로 전망
    - ※ (미국, LA) 승용차의 의존도가 높은 미국 대도시에서 로봇 셔틀 등의 새로운 모빌리티의 등장은 승용차의 의존도를 감소시킬 것이지만, 여전히 승용차의 비중은 '35년에도 50%를 상회할 전망
  - (한계점) 별도의 이슈 정의 및 정량적/체계적 이슈 분석 부재, '35년의 장기 전망을 소비자 설문예 의존하고 있으며, 제시된 예측치에 대한 근거가 보고서에는 부재

- (SIA, 2023) 미국 CHIPS Act의 시행에 맞춰 미국 반도체 산업의 현황을 진단하고 CHIPS Act로 인한 반도체 산업 변화를 전망
  - (분석 자료) 반도체산업협회(SIA)와 BCG, Oxford Economics 등이 협업하여 만든 통계 자료, 미국 통계청, 노동부 등의 공식 관련 자료, 미국의 CHIPS Act
  - (방법론) 상기 자료 분석 및 요약
    - ※ Oxford Economics에 의뢰하여 반도체산업 노동 현황 조사
    - ※ NSTC(National Semiconductor Technology Center) 소개
  - (주요 결과) CHIPS Act로 인해 `30년까지 115,000개의 일자리 증가 전망
    - ※ 현재의 학위수요율을 검토하였을 때, 67,000명의 인재가 부족할 것으로 전망
    - ※ 반도체산업은 미국 내에서 총 230만개의 일자리를 공급하고 있으며, 직접 고용은 약 345,000명 수준이고, 직접 고용 1명당 약 5.7개의 일자리가 반도체 공급망을 통해 생성
  - (한계점) 별도의 이슈 정의 및 정량적/체계적 이슈 분석 부재, 보고서의 대부분이 CHIPS Act의 소개와 의의를 소개하고 있으며, 전망 또는 예측치도 기존에 발표된 수치를 재소개
- (NIC, 2021) 신기술로 인한 Biotech 분야의 발전, 주요 동인, 추후 주목해야 할 활용분야를 제시
  - (분석 자료) 미국 National Intelligence Council의 Strategic Futures Group과 외부 전문가의 자문
  - (방법론) 외부 전문가 자문
  - (주요 결과) 신기술로 인한 Biotech의 발전, Biotech 기술전망을 변화시킬 수 있는 요인, 이로 인해 유망한 활용분야는 다음과 같음
    - ※ (발전) biological system을 보다 작은 scale에서 시각화, 측정, 식별
    - ※ (변화 요인) 투자, 규제, 수용성, 협업, 수요, 환경변화에 대한 반응, 지정학적 경쟁
    - ※ (유망분야) 디지털/개인화된 헬스케어, 바이오프린팅, reproductive engineering, 생태계공학, computer-human interface, biomanufacturing, DNA 저장, 주요 질병의 치료, 의뢰의학, 합성 유기체, 농업과 식량 생산의 변혁
  - (한계점) 별도의 이슈 정의 및 정량적/체계적 이슈 분석 부재, 전도유망한 분야의 산출 근거와 관련 수치 부재
- (SIA, 2021) 코로나 팬데믹 이후 반도체 산업 동향과 전망, 신규법안인 USICA 소개
  - (분석 자료) 반도체산업협회(SIA)와 BCG, Oxford Economics 등이 협업하여 만든 통계 자료, 미국 통계청, 노동부 등의 관련 공식 자료
    - ※ 미국 통계청, 노동청과 미국 정부의 통상 데이터를 활용

- ※ R&D 데이터의 경우는 뉴욕대 데이터와 기업의 재무보고서를 활용
  - (방법론) 상기 자료의 정량/정성 분석
  - (주요 결과) 팬데믹 이후 경제를 견인하는 반도체 수요와 반도체 부족사태, CHIPS For America Act/FABS Act 등을 정리
    - ※ 팬데믹으로 인한 봉쇄와 전자제품 수요 증가로 인해 반도체는 유래 없는 공급부족 사태를 겪음
    - ※ 반도체 제조에서 미국의 점유율이 줄어드는 사태에 대한 우려의 결과로 2021년 CHIPS for America Act를 제정하여 미국 내 반도체 제조 및 연구에 대한 인센티브 제도를 시행하고 있으며, 반도체 투자 세액공제를 신설하는 FABS Act 제정 고려 중
    - ※ `19년 반도체는 4,123억 달러의 매출 부진 이후 `20년 전 세계 매출은 6.8% 증가한 4,404억 달러를 기록했는데, 이는 코로나19 팬데믹에 따른 수요 증가의 영향
  - (한계점) 별도의 이슈 정의 및 체계적 이슈 분석 부재, 既 발표된 통계 자료만을 정리
- (IntechOpen, 2021) 새로운 모빌리티의 발전 동향 분석 및 전망
  - (분석 자료) 신규 모빌리티 관련 문헌
  - (방법론) 문헌연구
  - (주요 결과) 미래 모빌리티의 특징을 유형별로 정리(E-mobility, Connected and cooperative vehicle, Autonomous vehicle, Mobility as a service, Sharing mobility)
    - ※ (E-mobility) CO2 배출 규제, 기후변화, 유가상승 및 장기 석유 부족 현상에 대응하기 위해 전기를 통해 운행되는 E-mobility의 활용이 증가할 전망
    - ※ (Connected and cooperative vehicle) 많은 사람들이 짧은 시간에 효율적으로 이동하기 위해서는 ICT 기술을 활용해 통합된 교통시스템 내에서 교통을 통제하고 이동을 효율화할 필요
    - ※ (Autonomous vehicle) 수요 기반의 공유 및 자율주행 서비스는 대중교통의 한계를 극복할 수 있는 수단으로써, 현재의 개인 승용차를 대체할 것으로 전망
    - ※ (Mobility as a service) 차량을 개인 소유의 개념에서 필요에 따라 활용하는 서비스의 개념으로 대체
    - ※ (Sharing mobility) 차량의 공유 사용을 통해 사용자에게 더 많은 이동 수단 선택권을 제공하며, 환경오염 교통체증 등의 문제를 해소할 수 있음
  - (한계점) 별도의 이슈 정의 및 정량적/체계적 이슈 분석 부재, 문화 및 사회구조에 따라 각 모빌리티의 활용도가 다를 수 있으므로 이에 대한 설명 필요
- (International Energy Agency, 2023) 전기차 시장과 주요국 정책 동향 정리
  - (분석 자료) 주요국의 신규 전기차 등록 대수, 매출 등의 데이터
  - (방법론) 문헌연구

- (주요 결과) 전기차 시장은 기하급수적인 성장을 기록
    - ※ '22년 기준 전체 신차의 14%가 전기차로 '21년의 9%에서 5%가량 증가
    - ※ 인플레이션감축법(IRA)와 기후 목표 등의 정책으로 인해 전기차의 판매는 지속적으로 증가할 것으로 전망되어 '30년에는 전체 판매 자동차의 약 35%가 전기차일 것으로 전망
    - ※ 전기차 시장의 경쟁이 점점 치열해짐에 따라 시장에는 가격경쟁력을 갖춘 다양한 모델이 출시
    - ※ 전기차 수요 증가에 따라 배터리 및 관련 광물의 수요 또한 증가하고 있으며, 주요국의 무역 정책의 결정에서 전기차와 관련 공급망은 중요한 역할을 수행
  - (한계점) 별도의 이슈 정의 및 정량적/체계적 이슈 분석 부재, 세부적인 공급망에 대한 분석은 부재
- (문헌연구 2) AI를 활용하여 정량적으로 특정 분야 이슈를 감지·분석한 국내외 선행연구를 분석하여 문헌별 분석목적 및 이슈, 분석 데이터, 상세 방법론 확인 및 한계점 도출
- (Lau 외, 2012) X(당시 트위터)와 같은 마이크로 블로그에서 새로운 주제 모델링 기반 방법론을 제시
    - 온라인 데이터에 특화된 LDA 기반 토픽 모델링 방법인 On-line LDA 방법을 개발하여 이에 대한 성능을 검증
    - On-line LDA는 모든 모델 업데이트에서 토픽별 단어 분포는 변경되지만 토픽 간의 일대일 대응은 인접한 업데이트에서 유지되기 때문에 토픽은 새 문서가 처리됨에 따라 끊임없이 진화가 가능
    - 해당 모델은 업데이트된 문서 집합에서 거의 관찰되지 않거나 관찰되지 않는 토픽은 제거하고, 새로 등장하는 토픽으로 대체
    - 연구진은 트위터에서 문서 스트림을 수집(2011년 10월~2012년 1월)하여 명목상 특정 이벤트와 관련된 트윗 메시지 콘텐츠(해시태그 분석 기반)를 주제 감지 및 추적 코퍼스 데이터 세트의 이벤트에 대한 고유한 트윗 길이 언급으로 대체한 합성 데이터를 활용
    - 연구진은 On-line LDA 방법론을 합성 데이터 세트에 적용하여 새로운 사건을 설명하는 개별 문서를 탐지하는 데 있어 모델의 강점을 입증
    - (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재, 변화하는 온라인 데이터 기반 토픽 포착에는 적합할 수 있으나 사용자 반응이 즉각적으로 나타나는 트위터에만 한정된 모델링으로 확장성에 한계가 존재
  - (Neuhaus & Zimmermann, 2010) LDA 토픽 모델링을 활용하여 보안 분야 트렌드를 분석
    - 1982년 8월~2009년 12월까지의 CVE(Common Vulnerabilities and Exposures:

- 공개적으로 공개된 컴퓨터 보안 결함의 목록) 39,393개의 목록 데이터를 수집하여 LDA 토픽 모델링으로 트렌드를 분석
  - 도출된 키워드들로부터 타당한 근거(관련 문헌 조사 근거)를 바탕으로 토픽명을 추론
  - (한계점) 수작업 기반 트렌드 분석을 대체하는 토픽 모델링이 아닌 보완적 수단으로 토픽 모델링을 활용한 것으로 정량화된 트렌드 감지에는 효과적이지 못한 측면이 존재
- (Kim 외, 2020) Word2vec 기반 잠재의미 분석(latent semantic analysis)를 활용하여 블록체인 분야 기술 트렌드를 분석
  - 2014년 1월~2018년 8월까지 발표된 블록체인 관련 논문 231편의 초록을 수집하여 Word2vec 기반 잠재의미 분석(W2V-LSA) 방법론을 적용하여 트렌드를 분석
  - 도출된 키워드들로부터 타당한 근거(관련 문헌 조사 근거)를 바탕으로 토픽명을 추론
  - (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재, 개념 검증을 위해 소수 문서만을 대상으로 제안한 방법을 PLSA (probabilistic latent semantic analysis)와 비교하였다는 측면과 사용자 정의 파라미터의 최적값은 데이터에 따라 달라지기 때문에 선형적으로 선택하기 어렵다는 점
- (Kavvadias 외, 2020) 과학 문헌의 토픽 모델링 및 비교 추세 분석의 전체 프로세스를 지원하는 생물의학 전문가를 위하여 특별히 설계된 사용자 친화적인 웹 기반 애플리케이션을 제시
  - PubMed 검색결과를 활용한 데이터를 바탕으로 LDA 알고리즘에 기반한 토픽 모델링 기법을 통해 사용자 친화적인 web 시스템을 설계·구축
  - 해당 시스템에 대한 사용자 경험을 측정한 결과, 시스템 기능에 대한 긍정적인 수용도가 나타났고, 시스템 사용성 점수(SUS) 척도에서 전체 사용성 점수는 76/100으로 나타남
  - (한계점) 전문가용이 아닌 일반인 사용자를 대상으로하는 LDA 웹 시스템을 만드는 것으로 전문성이 결여될 수 있음
- (Jiang 외, 2016) 과거부터 축적된 수력발전 분야 문헌을 수집하고, 이를 거시적 관점에서 체계적으로 분석
  - 1994년~2013년까지 수력발전 분야에 게재된 1,726개 학술 논문을 수집하고, LDA 토픽 모델링을 적용하여 문헌 집합에 내재된 세부 주제를 도출
  - 분석 결과, 총 29개 세부 주제가 도출되었고 클러스터 분석과 트렌드 분석 방법론을 적용하여 세부토픽을 설명

- (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재, 인용된 논문의 경우 분석에 활용되지 않아 적합성이 떨어질 수 있음
- (Sharma 외, 2019) 과거부터 축적된 기계학습(machine learning) 문헌을 체계적으로 검토하여 연구 동향을 파악하고 분석
  - 머신러닝 관련 유명 출판사인 ScienceDirect, Springer, JMLR, IEEE(약 23,365개 저널 기사)의 저널 목록을 사용하여 관련 데이터를 수집
  - LSA(Latent Semantic Analysis), LDA(Latent Dirichlet Allocation) 및 LDA\_CM(LDA with Coherent Model)과 같은 토픽 모델을 사용하여 머신러닝 연구의 추세 분석을 이해하려고 하였고, 그 중 LDA\_CM 토픽 모델은 고려 중인 모든 토픽 모델 중에서 가장 높은 주제 일관성을 제공한다고 판단
  - 2007~2017년에 파악된 잠재토픽을 바탕으로 1968년 이후 머신러닝 연구의 전반적인 동향을 분석
  - Mann-Kendall 테스트를 통한 토픽 추세 파악
  - (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재
- (Wang 외, 2018) LDA 토픽 모델링 방법으로 치매 환자의 대규모 임상 노트를 활용하여 환자의 신체 기능 상태, 정신 건강, 낙상, 영양 상태, 영양 상태 등 의료 제공자 노트에 언급된 다양한 주제의 추세를 파악
  - 2011년 1월~2017년 12월까지 47,462명의 임상 노트를 수집하여 LDA 토픽 모델링 방법론으로 토픽을 도출
  - 세부 토픽 해석은 전문가 판단에 따라 해석
  - (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재, 대조군과의 비교 필요
- (Urru 외, 2022) 다양한 Covid-19 관련 문헌을 수집하여 세부 토픽들을 파악하고, 약 2년간의 시간적 추세 분석을 수행
  - 2019년 11월~2021년 12월까지 게재된 Covid-19 관련 문헌 269,186개를 수집하고, 이를 LDA 기반 구조적 토픽 모델링 방법을 통해 분석하여 10개의 세부 토픽을 도출
  - 세부 토픽 해석 시 키워드들로부터 타당한 근거(관련 문헌 조사 근거)를 바탕으로 토픽명 추론
  - (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재, 인용 문헌과 다양한 출처의 연구 논문을 확보하는 것이 필요
- (Sun & Yin, 2017) 교통(transportation) 저널에 게재된 논문을 LDA 토픽 모델링으로 분석하여 50개의 세부 토픽을 도출

- 1990년부터 2015년까지 22개 주요 교통 저널에 게재된 17,163개 논문의 초록 텍스트 데이터를 수집하고, 이를 LDA 모델로 분석하여 50개 세부 토픽 도출
- 세부 토픽 해석 시 키워드들로부터 타당한 근거를 바탕으로 토픽명을 추론
- LDA 토픽 모델링 결과를 바탕으로 저널과 국가/지역의 집계된 주제 분포 측면에서 유사성을 정량화
- 시간의 흐름에 따른 주제 분포 변화를 측정
- (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재, 분석 대상 분야가 너무 광범위하여 단순 LDA 토픽 모델링으로는 적절한 세부 토픽 도출이 어려울 수 있음
- (Gurcan & Cagiltay, 2022) 지난 50년 동안의 생물정보학(bioinformatics) 논문을 분석하여 해당 분야의 주요 주제, 동향 및 진화 과정을 규명
  - 1970년부터 2020년까지 생물정보학 분야에서 게재된 71,490건의 논문을 수집하고, LDA 토픽 모델링을 적용하여 세부 토픽을 도출
  - 또한 생물정보학 발달 시기를 7단계로 구분하여 시기별 주요 주제를 제시하였고, 최근 부각된 주제들도 함께 제시
  - 세부 토픽 해석 시 키워드들로부터 타당한 근거(관련 문헌 조사 근거)를 바탕으로 토픽명을 추론
  - (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재, 최근 문헌이 분석에서 누락된 점과 분석 대상 분야가 광범위하여 단순 LDA 토픽 모델링으로는 적절한 세부 토픽 도출이 어려울 수 있다는 점
- (Yang 외, 2018) LDA 토픽 모델링을 통해 스마트 팩토리 분야 연구동향을 파악하고, 회귀 기반 방법으로 추세를 분석
  - 1995년부터 2016년까지 스마트 팩토리 분야 저널에 게재된 2,488편의 국제 논문과 404편의 국내 논문을 수집하고, 이를 LDA 토픽 모델링으로 분석
  - 세부 토픽 해석 시 키워드들로부터 타당한 근거(관련 문헌 조사 근거)를 바탕으로 토픽명을 추론
  - (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재, 스마트 팩토리 분야는 경계가 모호하여 누락된 raw data가 존재할 가능성이 높음
- (Abuhay 외, 2018) 기존 정성적/자의적인 연구 동향 분석 방법을 보완하기 위해 토픽 모델링을 활용하여 과학 연구 주제 트렌드를 체계적으로 예측
  - 2001년~2017년까지 ICCS(international conference on computational science)에 게재된 5,982편의 논문을 수집하고, 이를 토픽 모델링을 통해 분석하여 과학 연구 주제 트렌드를 예측

- 비음수 행렬 인수분해(NMF) 토픽 모델링 알고리즘을 사용하여 얻은 토픽 모델링 결과를 2001년부터 2017년까지의 토픽 비율을 나타내는 시계열 데이터로 구조화하여 활용
- (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재, 다변량 시계열 예측을 사용하여 예측 정확도를 향상시킬 필요
- (Ozyurt & Ayaz, 2022) Education and Information Technologies(EAIT) 창간 25주년을 기념하여 해당 분야에 대한 포괄적 개요 제공을 위해 토픽 모델링 분석을 수행
  - 1996년~2021년까지 EAIT 학술지의 서지정보를 수집하여 LDA 토픽 모델링을 통해 총 21개의 세부 연구 주제 그룹을 정리
  - 세부 토픽 해석 시 키워드들로부터 타당한 근거(관련 문헌 조사 근거)를 바탕으로 토픽명을 추론
  - 해당 결과를 통해 EAIT 분야의 세부 연구 관심 주제와 출판 동향을 파악
  - (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재, 전통적인 LDA 알고리즘에 기반한 토픽모델링 기법 적용이 한계로 간주될 수 있고 다양한 버전의 LDA 알고리즘을 활용한 비교 분석을 비롯해 단어 빈도 분석을 통한 LDA 분석 보완이 필요
- (Zhang & Li, 2011) 소셜 미디어인 CQA의 질의 응답 내용을 수집하여 이를 토픽 모델링을 통해 인기 주제를 포착하고, 시간에 따른 진화를 추적하기 위한 인기 주제 탐지 및 추세 분석 시스템을 제시
  - 2008년 12월~2009년 3월까지 Yahoo 포털 사이트의 3가지 카테고리(선거, 경제, 카메라)에 게재된 총 24,263개 질의 및 답변 내용 수집
  - TF\*PDF 기반의 인덱싱 엔진을 활용한 토픽(hot term)추출 및 클러스터링 알고리즘 적용하여 세부 주제를 탐지
  - 세부 토픽 해석 시 키워드들로부터 타당한 근거(관련 문헌 조사 근거)를 바탕으로 토픽명을 추론
  - (한계점) 추출된 단어의 모호한 의미로 인하여 토픽을 정의하지 못할 수도 있기에 확률론적 토픽 모델의 적용 필요성이 존재
- (Gurcan 외, 2020) 확률론적 토픽 모델링을 적용하여 HCI(human computer interatcion) 분야 연구의 발전 단계별 연구 동향을 파악
  - 1957년부터 2018년까지 SCOPUS DB에 색인된 41,720개 학술지 기사를 수집하고, 이를 확률론적 토픽 모델링으로 분석
  - 분석 결과 21개 세부 토픽을 도출
  - 세부 토픽 해석 시 해당 주제에 속하는 처음 다섯 단어를 사용하여 지정, 키워드들로부터 타당한 근거(관련 문헌 조사 근거)를 바탕으로 토픽명을 추론

- 이후 토픽별 발달 단계, 양, 가속도 등을 분석하여 시간에 따른 트렌드 증가와 감소를 파노라마 뷰로 제공
- (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재, 분석 대상 분야가 광범위하여 단순 LDA 토픽 모델링으로는 적절한 세부 토픽 도출이 어려울 수 있다는 점
- (노철현, 2020) 국내 AI 관련 기사들을 수집하고, 이를 LDA 토픽 모델링을 활용하여 분석하여 해당 분야 주요 이슈들을 도출
  - 2016년부터 2019년까지 3,889건의 AI 관련 기사들을 수집하고, 이를 R을 활용한 토픽 모델링 기법을 사용하여 토픽별 키워드를 추출
  - 각 토픽별 키워드 간 연관성 수치인 pointwise mutual information을 높이도록 관련 파라미터  $\lambda$  값을 최적화하여 토픽별 키워드를 추출
  - 키워드 집합으로부터 타당한 근거를 기반으로 세부 토픽명을 추론
  - (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재, 파라미터  $\lambda$ 를 비롯 토픽수  $K$ 와  $\alpha$ ,  $\beta$  모두 임의 설정을 통한 추정에 기반하고 있으며, 수학적 정밀도에 의존하지 못한 측면
- (심재권 2021) 청와대 국민청원 홈페이지에 게재된 육아/교육 분야 청원 내용을 수집하고, 이를 LDA 토픽 모델링으로 분석하여 교육계 주요 이슈 및 문제를 도출
  - 웹 크롤러를 활용하여 2017년부터 2021년까지 청와대 국민청원 홈페이지 육아/교육 분야 28,482개의 청원글을 수집
  - 수집된 텍스트를 LDA 토픽 모델링으로 분석하여 6개 토픽을 도출하고, 주요 키워드 연관규칙을 분석해 그래프로 시각화
  - 또한 토픽별 연도별 전체 평균, 시간 흐름에 따른 토픽 분포 등을 추가로 분석
  - (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재, 한국어 형태소 분석기 성능에 따라 토픽을 도출하는 결과가 영향을 받을 수 있으며, 수집된 청원글은 우리나라 교육의 모든 내용을 포괄하지 못할 수도 있음
- (윤효준 외, 2021) 코로나 확산에 따른 스포츠 분야 세부 이슈를 분석하기 위해 관련 국내언론기사를 수집하여 LDA 토픽 모델링을 수행
  - ‘빅카인즈’ DB를 활용하여 2020년 1월부터 2020년 12월까지 ‘스포츠’, ‘코로나’ 키워드로 검색되는 국내언론기사 2,485건을 수집
  - LDA 토픽 모델링을 수행하여 6개의 토픽을 선정
  - (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재, 최적의 토픽 수 결정을 위해 사용한 coherence score가 토픽수별로 크게 차이가 나지 않았던 점, 세부 토픽명 지정에 주관적 관점이 반영되었다는 점

- (이재욱 2022) 스포츠-과학 정책 이슈 탐색을 위하여 관련 국내 스포츠 과학 정책 이슈 관련 뉴스를 수집하고 이를 LDA 토픽 모델링으로 분석
  - ‘빅카인즈’ DB를 활용하여 2016년부터 2022년까지 국내 스포츠 과학정책 이슈 관련 뉴스를 수집하고, 이를 1기와 2기로 구분
  - LDA 토픽 모델링을 통해 세부 토픽을 도출
  - 넷 마이너를 활용한 소셜 네트워크 분석을 적용하여 스포츠 과학정책 뉴스에 대한 시기별 네트워크를 시각화
  - (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재, 세부 토픽명 지정에 주관적 관점이 반영
- (이태준 외, 2017) 보도자료 및 언론 기사에 사용된 원자력 이슈프레임이 관련 정책현안 및 사고가 발생하는 과정에서 어떻게 변화하였는지를 비교·분석
  - 웹 크롤링을 활용하여 2014년 1월부터 2016년 12월까지 정부기관 웹 사이트에 공시된 보도자료 및 언론사 웹사이트에 게재된 원자력 관련 보도기사 총 30,490건을 수집
  - 이를 LDA 토픽 모델링을 통해 분석하여 원자력 이슈 분류체계(프레임)을 구성하고, 각 분류별 비중을 계산
  - 추가적으로 이슈 프레임 변화를 정리
  - (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재
- (박종도 2019) 국내 다문화 분야 연구동향 파악을 위하여 관련 국내 학술 자료를 수집하여 LDA 토픽 모델링을 수행
  - 2007년부터 2018년까지 한국연구재단 등재 및 등재 후보 학술지에 게재된 ‘다문화’ 키워드 포함 논문 8,000건 중 원문 확보가 가능한 논문 5,345개 수집
  - Matlab을 활용한 LDA 토픽 모델링을 적용하여 29개 세부 토픽을 도출
  - 나아가 29개 토픽에 대한 트렌드 변화를 시계열 형태로 추적
  - (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재
- (윤빛나리 2020) LDA 토픽 모델링으로 교육부 관련 보도자료 수집 및 분석하여 정권에 따른 마이스터고 이슈의 차이 및 변화 과정을 파악
  - 2011년 1월부터 2019년 12월까지 교육부 홈페이지에 게재된 ‘마이스터고’ 또는 ‘마이스터’ 키워드를 포함하고 있는 보도자료 234건을 수집
  - LDA 토픽 모델링을 적용하여 9개 세부 토픽을 도출
  - 정권별로 LDA 토픽 모델링을 적용하여 추가 분석 후 정권별 마이스터고 정책 이슈를 비교분석

- (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재. 정책이슈 분석을 위한 분석 대상이 보도자료에 한정
- (윤현준 & 조현, 2021) LDA 토픽 모델링을 적용하여 코로나 이후 원격의료 관련 사회적 이슈를 파악하고 관련된 정책 방향을 제안
  - 2019년 12월부터 2021년 1월까지 기사제목에 ‘원격의료’가 반영된 Naver 제휴기사 655개를 수집
  - LDA 토픽 모델링을 적용하여 8개의 세부 토픽을 도출
  - (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재
- (최현도 & 안종욱, 2015) LDA 토픽 모델링을 통해 온라인 토론장에 게시된 글을 분석하여 원자력 발전에 대한 인식을 파악
  - 웹스크랩 기법을 적용하여 2008년 1월부터 2015년 5월까지 다음 아고라 게시판에 ‘원자력’, ‘발전’ 키워드가 동시에 포함된 글 2,757개 수집
  - LDA 토픽 모델링을 통해 원자력 발전 관련 세부 이슈(인식)를 파악
  - (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재
- (송유진 & 권설아, 2022) LDA 토픽 모델링을 통해 온라인 미디어 게시글을 분석하여 친환경 소비 관련 세부 이슈를 탐색하고, 변화 양상을 규명
  - 2005년부터 2020년까지 5년 간격으로 기간을 설정하고, 관련 Naver 블로그 게시글 6,812개를 수집
  - LDA 토픽 모델링을 통해 기간별 친환경 소비 관련 세부 이슈를 규명
  - (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재
- (김나경 2022) LDA 토픽 모델링을 활용해 관련 국내 언론 기사를 분석하여 조선족 및 고려인 관련 세부 이슈를 도출
  - 93년 2월부터 22년 5월까지 11개 전국일간지 및 5개 방송사에 보도된 조선족/고려인 관련 3,957개 보도 기사를 수집
  - LDA 토픽 모델링을 통해 조선족 관련 10개 세부토픽과 고려인 관련 12개 세부 토픽을 도출
  - (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재
- (조은영 외, 2020) LDA 토픽 모델링을 활용해 신고리 5·6호기 공론화 과정의 사회적 세부 이슈를 파악
  - 2017년 6월부터 2017년 10월까지 국내 9대 주요 일간지의 관련 기사 726건을 수집
  - LDA 토픽 모델링을 적용하여 공론화 이전 단계의 세부 토픽 5개와 공론화 이후

단계의 세부 토픽 5개를 도출

- (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재
- (윤현준 & 조현 2022) LDA 토픽 모델링을 활용해 지역사회 통합돌봄 정책 관련 사회적 이슈와 관련 연구 트렌드를 파악
  - 2018년 11월부터 2021년 10월까지 Naver 및 Daum 뉴스에서 관련 뉴스 1,074건, Naver 학술정보 DB에서 관련 논문 99건을 수집
  - LDA 토픽 모델링을 적용하여 논문은 4개의 세부 토픽, 기사는 5개의 세부 토픽 도출
  - (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재
- (김성연 2022) 구조적 토픽 모델링(STM)을 활용하여 한국과 미국의 산업수학 세부 이슈를 비교 분석
  - 1964년 1월부터 2020년 5월까지 한국의 주요 포털 사이트인 네이버의 뉴스 기사, 클리앙의 게시글과 댓글, 그리고 미국의 New York Times와 CNN의 뉴스 기사, Reddit의 게시글과 댓글을 수집
  - 이를 구조적토픽모델링(structural topic modeling) 기법을 적용하여 상위 10개/20개 세부 이슈를 도출
  - (한계점) STM 방법론 자체의 한계, 자의적인 토픽 개수와 토픽명 설정
- (문동지 외, 2018) LDA 토픽 모델링을 적용해 한국 노인의 행복 및 불행 관련 세부 이슈를 파악
  - 웹 크롤링 기법을 활용하여 2001년 8월부터 2019년 2월까지 Naver의 관련 신문 기사 211,309건을 수집
  - LDA 토픽 모델링 방법을 적용하여 노인의 행복관련 10개 세부 토픽과 노인의 불행 관련 10개 세부 토픽을 도출
  - (한계점) 분석 결과 해석 시 연구자의 주관 반영 가능성 존재

### (3) 시스템 설계 관련 시사점

- 국가전략기술 분야 이슈 분석 국내외 선행연구 분석 결과, 이슈 선정 부분과 분석 부분에서 다음과 같은 한계가 존재
  - (이슈 선정 편향 가능성) 기존 보고서들은 주로 정부, 기업, 학계 등에서 발표한 자료들을 기반으로 이슈를 선정하지만 해당 자료들은 특정 이해관계를 반영하고 있을 가능성이 높음

- (중요 이슈 누락 가능성) 해당 분야에서 중요한 이슈이나 기존 보고서들이 참고한 자료에서 제외된 이슈는 누락될 여지가 높음
  - (이슈 본질 왜곡 가능성) 기존 보고서들은 이슈의 본질을 왜곡할 가능성이 존재 (예: 정부 정책 목표에 부합하도록 이슈를 재구성하거나, 기업의 이익에 유리하도록 이슈의 의미를 해석)
  - (분석 범위 문제) 해당 분야의 이슈 전반을 파악할 수 있는 데이터 및 분석 부재
- 또한 국내외 토픽 모델링 선행연구 분석 결과, 방법론 측면 및 결과 해석에 있어 다음과 같은 한계가 존재
- (LDA 토픽 모델링의 방법론적 한계) LDA기반 토픽 모델링은 비지도 학습법으로 토픽 비중, 분포를 쉽게 계산할 수 있으나 단어 사전이 큰 경우 토픽 모델 결과에 대한 해석이 어려워지는 문제 발생(Dieng, Ruiz, Blei 2020)
  - (토픽(이슈) 해석 시 연구자 주관이 반영되는 한계) 토픽 모델링은 완전 자동화된 과정이 아닌 단어의 확률 분포를 나타내며 연구자의 주관적 해석 및 도메인 지식을 필요로 하고(Blei et al., 2003), 동일한 결과에 대해 연구자별로 상이한 해석을 할 가능성이 존재 (Chuang et al., 2012)
- 따라서 다음 절에서 국가전략기술 분야별 이슈 감지·분석 시스템을 설계함에 있어 다음의 사항들을 보완 반영
- 분석 타깃 분야 관련 자료들을 누락 없이 수집하여 이슈 선정 편향성과 중요 이슈 배제 위험을 최소화
  - 데이터 규모에 비례해 증가하는 LDA 토픽 모델링 복잡도 문제를 완화할 수 있는 토픽 모델링 방법론 채택
  - 토픽(이슈) 해석에 있어 사람의 개입을 최대한 배제하여 객관성 확보

#### (4) 국가전략기술 분야별 이슈 감지·분석 시스템 설계

- (시스템 필요 사항 1) 하기 3개 특성을 동시에 만족하는 국가전략기술 분야별 이슈 감지·분석을 위한 데이터로 S&T 뉴스 데이터를 선택
- (필요 데이터 특성) 높은 타깃 분야 연관성, 일정수준 이상의 신뢰성, 정성적 분석을 대체할 수 있는 충분한 규모
    - 해당 특성을 충족하는 후보 데이터는 논문, 특허, 뉴스 데이터가 존재
  - 데이터 비용 및 접근성 그리고 이슈의 시차를 최소화할 수 있는 측면에서

S&T 뉴스 데이터를 최종 데이터로 선택

※ News DB에 대한 상세 정보는 붙임 1에 정리

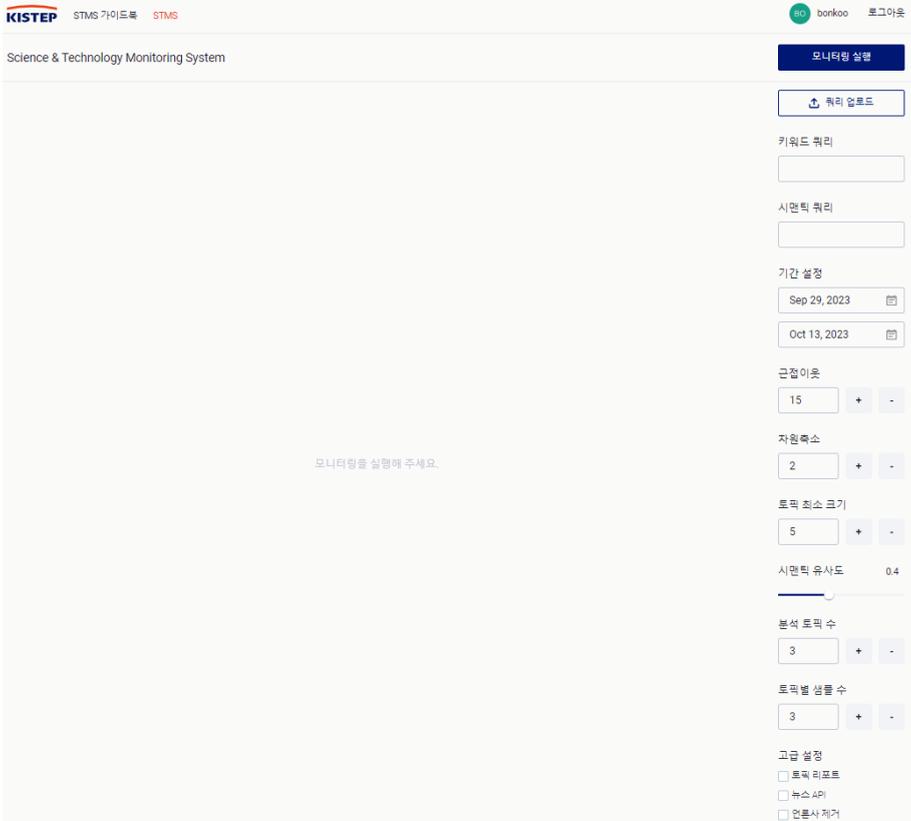
- (시스템 필요 사항 2) 3개 특성을 동시에 만족하는 국가전략기술 분야별 이슈 감지·분석 방법론인 임베디드 토픽 모델링(embedded topic modeling)을 설계에 반영
  - (필요 방법론 특성) 대규모 비정형 텍스트 내용 파악 지원, 대규모 비정형 텍스트 구조 이해 및 세부 주제 도출 지원, 높은 정확도 및 빠른 분석 속도
  - 상기 특성을 충족하는 방법론으로 토픽 모델링 방법론 중 가장 개선된 방법론인 임베디드 토픽 모델링(embedded topic modeling)을 선택하여 설계에 반영
    - ※ 토픽 모델링 및 임베디드 토픽 모델링에 대한 상세 설명은 붙임 2에 정리
- (시스템 필요 사항 3) 이슈 감지·분석 과정에서의 사람 개입을 최소화할 수 있도록 시스템에 ChatGPT를 접목
  - 토픽 모델링 방법론의 기술적 한계인 토픽별 해석 과정에서의 사람 개입을 배제할 수 있는 방안으로 시스템에 ChatGPT를 접목
  - 임베디드 토픽 모델링 결과를 사용자가 아닌 ChatGPT가 요약·정리해주는 방향으로 시스템 설계

## (5) 국가전략기술 분야별 이슈 감지·분석 시스템 구축

- (개요) 본 절에서는 국가전략기술 분야별 이슈 감지·분석 시스템 설계를 반영하여 실제 구축한 시스템 주요 내용을 정리
- 앞 절의 국가전략기술 분야별 이슈 감지·분석 시스템 설계 필요 사항을 반영하여 구축한 시스템의 주요 기능(function)은 다음과 같음
  - (키워드 쿼리 기능) 해외 뉴스 DB에서 뉴스 기사(raw data) 검색의 기준이 되는 키워드 쿼리 입력 기능 추가
    - 키워드 쿼리는 DB의 특정 컬럼에 포함된 키워드를 기반으로 검색을 수행
    - 뉴스 DB 검색 시 키워드 쿼리를 활용하면 다음과 같은 장점을 취할 수 있음
      - ※ (직관적 검색) 키워드 쿼리는 쿼리 문장에 키워드를 포함하지만 하면 되기 때문에 간단하고, 직관적으로 이해 가능
      - ※ (다양한 조건의 검색) 키워드 쿼리는 키워드뿐만 아니라 와일드카드, 논리 연산자, 범위 연산자 등을 사용하여 다양한 조건을 사용하여 검색 수행 가능

- (시맨틱 쿼리 기능) 해외 뉴스 DB를 의미적으로 검색하기 위한 시맨틱 쿼리 기능 추가
  - 기존의 쿼리 방식은 데이터의 구문적 특징을 기반으로 검색을 수행하지만, 시맨틱 쿼리는 데이터의 의미적 특징까지 고려하여 검색을 수행
  - 시맨틱 쿼리는 의미론(semantic)과 지식 표현(knowledge representation) 기술을 사용하여 데이터의 의미적 표현을 이해
  - 아울러 시맨틱 쿼리는 관계형 모델링(relational modeling) 기술을 사용하여 데이터의 의미적 관계를 파악
  - 또한 이는 자연어 처리(natural language processing) 기술을 사용하여 데이터의 의미적 특징을 기반으로 검색을 수행
  - 뉴스 DB 검색 시 시맨틱 쿼리를 활용하면 다음과 같은 장점을 취할 수 있음
    - ※ (정밀한 검색) 기존 쿼리 방식은 복잡한 SQL 구문을 사용하여 뉴스 데이터를 검색해야 했으나 시맨틱 쿼리를 사용하면 자연어로 된 쿼리를 사용하여 원하는 뉴스 데이터를 간편하게 검색할 수 있음
    - ※ (정확한 검색) 기존의 쿼리 방식은 데이터의 구문적 특징만을 고려하여 검색을 수행하기 때문에 데이터의 의미적 관계를 고려하지 못하는 경우가 발생하나 시맨틱 쿼리를 사용하면 데이터의 의미적 관계까지 고려해 보다 정확한 검색 결과를 얻을 수 있음
- (데이터 수집 기간 설정 유연화) 이슈 감지·분석의 기초자료로 활용될 관련 뉴스 데이터의 수집 기간을 유연하게 설정할 수 있도록 옵션 구성
  - 뉴스 데이터 수집 기간은 사용자의 목적에 따라 최신일자는 검색일 전일, 과거 일자는 2년 전부터 자유롭게 설정 가능하도록 구성
- (시맨틱 유사도 기준 설정 지원) 시맨틱 쿼리와 각각의 문서 제목 사이에서의 코사인 유사도(cosine similarity)를 의미하며 뉴스 DB 검색 시 해당 값을 사용자 편의에 맞추어 조절할 수 있도록 옵션을 구성
  - 코사인 유사도(cosine similarity)는 시맨틱 유사도를 측정하는 방법 중 하나로 두 개 이상의 문장 또는 단어 간의 의미적 유사도를 측정하는 방법
  - 코사인 유사도는 두 벡터의 내적곱을 두 벡터의 크기의 곱으로 나눈 값으로 계산하며 0~1 사이의 값을 가짐
    - ※  $\text{cosine\_similarity}(v1, v2) = (v1 * v2) / (||v1|| * ||v2||)$
    - ※ v1은 뉴스 데이터의 벡터, v2는 시맨틱 쿼리의 벡터
  - 해당 옵션 제공을 통해 사용자가 설정한 시맨틱 쿼리를 통해 뉴스 데이터 검색 시 어느 정도의 유사도를 통해 뉴스 데이터를 수집할 지를 설정할 수 있도록 설계
- (분석 토픽 수 설정 지원) 검색 조건(검색 기간, 키워드 쿼리, 시맨틱 쿼리, 시맨틱 유사도)에 부합하는 뉴스 데이터를 수집한 후 토픽 모델링 분석 시 포착된 주제

- (이슈)들 중 몇 개를 분석할지 설정할 수 있도록 옵션을 구성
- (토픽별 샘플 수 설정 지원) 토픽 모델링 분석 후 도출되는 주제(이슈)별 몇 개의 샘플 뉴스 데이터를 요약할지 설정할 수 있도록 옵션을 구성
  - (토픽 리포트 정리 및 요약 지원) 데이터 현황, 클러스터링 시각화, 이슈별 현황, 기관별 현황, 이슈별 상세 내용 요약을 지원할 수 있도록 옵션을 구성
    - (데이터 현황) 사용자가 설정한 쿼리, 검색기간, 시맨틱 유사도에 따라 수집된 데이터 수, 그리고 토픽모델링을 통해 포착된 전체 토픽(이슈) 수, 수집된 데이터를 제공한 언론사 수 현황을 정리
    - (클러스터링 시각화) 토픽 모델링 적용 시 클러스터링 분석으로 포착된 클러스터 수 중에서 클러스터 크기가 큰 순서로 상위 주제(이슈) 수만큼 시각화
    - (이슈별 현황) 개별 주제(이슈)별 포착 빈도를 정리하여 시각화
    - (기관별 현황) 데이터 출처의 기관별 비중을 정리하여 시각화
    - (이슈별 상세 내용 요약) 도출된 이슈별 대주제·소주제·상세 내용(관련 뉴스 데이터 요약 결과)을 정리



[그림 1] 시스템 기본 화면 및 주요 옵션

## 5 국가전략기술 분야 이슈 감지·분석 시스템 검증

### (1) 개요

- 본 절에서는 전 절에서 설계한 국가전략기술 분야 이슈 감지·분석 시스템의 성능을 파일럿 테스트 및 전문가 FGI를 통하여 검증
  - (테스트 분야) 자율주행시스템, 양자컴퓨팅
    - ※ 국가전략기술 분야 단위가 아닌 하위 중점기술 단위로 검증
    - ※ TRL 차이가 존재하는 자율주행시스템 분야(높은 레벨)와 양자컴퓨팅 분야(낮은 레벨) 선정
  - (검증 사항 1 - 일반 이슈) 분야명만으로 키워드 및 시맨틱 검색어를 설정한 결과
    - ※ (예) quantum computing
  - (검증 사항 2 - 특정 이슈) 분야명 AND 관심 영역으로 키워드 및 시맨틱 검색어를 설정한 결과
    - ※ 특정 이슈 영역은 3장의 국가전략기술 정책 이슈 세부영역 도출 결과 중 1개 영역으로 설정
    - ※ (예) quantum computing and national security
  - (결과 검토) 분야 산·학·연 전문가 3~4인이 ①이슈 선정의 적절성, ②이슈 분석의 적절성 검토

## (2) 국가전략기술 중점기술 단위 주요 이슈 도출(자율주행시스템)

□ 본 시스템을 활용하여 도출한 자율주행시스템 분야 일반 이슈 감지·분석 결과와 그 결과를 해석한 내용은 다음과 같음

- 일반 이슈 감지·분석 결과

※ 키워드 및 시맨틱 쿼리: autonomous driving system

### 1. Advancements in Autonomous Driving Technology

Organization name	visualcapitalist.com
Organization type	언론사
Date	2023-03-08
Title	The Drive for a Fully Autonomous Car <a href="#">↗</a>
Category	technology
Technology	#autonomous car technology #vehicle automation #driving automation #artificial intelligence #advanced driving assistance systems (ADAS) #automated driving systems (ADS) #driving assistance systems #operational design domain (ODD) #autonomous vehicle (AV) technology
Societal Issue	#ethical questions #safety concerns #liability concerns #cybersecurity risks
Summary	<p>■ Autonomous Car Technology and Driving Automation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ SAE International's Taxonomy for Automated Cars                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- SAE International has developed a six-level taxonomy for automated cars, ranging from no driving automation to full driving automation.</li> <li>- The taxonomy helps define the capabilities and features of autonomous vehicles.</li> </ul> </li> <li>○ Progress in Autonomous Car Technology                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Automakers are investing billions of dollars in developing autonomous car technology.</li> <li>- 26 companies tested 1,174 autonomous vehicles with a driver, covering over 4 million miles in California in 2021.</li> <li>- Only four companies logged 25,000 miles using driverless vehicles.</li> </ul> </li> <li>○ Levels of Driving Automation                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Level 0 represents no driving automation, while level 5 represents full driving automation.</li> <li>- Challenges and Ethical Questions: Autonomous cars raise ethical questions, such as decision-making in emergency situations.</li> <li>- Manufacturers need to address these challenges to ensure an ethical autonomous future.</li> </ul> </li> <li>○ On the road to autonomous cars                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomous vehicle (AV) technology is set to become the biggest disruptor the automotive industry has seen in the past century.</li> <li>- There aren't any Level 5 vehicles sold publicly as of now, though they are being tested in multiple countries.</li> </ul> </li> <li>○ Autonomous driving, an impossible dream? Things you need to know                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Achieving Level 5 autonomy, where no human intervention is needed for point A to B travel, is a monumental challenge requiring a system-level, global solution.</li> <li>- Level 5 is a 'future dream,' a perfect self-driving solution that can match human drivers.</li> <li>- Driving automation is the toughest challenge yet for everyone in the vehicle automation business.</li> <li>- Level 5 won't happen any time soon.</li> </ul> </li> </ul>
Related articles	<p>On the road to autonomous cars <a href="#">↗</a></p> <p>Autonomous driving, an impossible dream? Things you need to know <a href="#">↗</a></p>

[그림 2] 자율주행시스템 분야 이슈 감지·분석 결과(일반 이슈 1)

## [자율주행 기술의 발전]

### ■ 자율주행차 기술과 운전 자동화

#### ○ SAE International의 자율주행차 분류

- SAE International은 운전 자동화가 없는 것부터 완전 운전 자동화까지 자율주행차에 대한 6단계 분류 체계를 개발
- 분류법은 자율주행차의 기능과 특징을 정의하는데 도움

#### ○ 자율주행차 기술 발전 현황

- 자동차 제조사들은 자율주행차 기술 개발에 수십억 달러를 투자
- 26개 회사가 2021년 캘리포니아에서 400만 마일 이상을 주행하면서 운전자와 함께 1,174대의 자율주행차를 테스트
- 무인 차량을 이용해 25,000마일을 주행한 회사는 4개 회사 뿐

#### ○ 자율주행차로 가는 길

- 자율주행기술은 지난 세기동안 차 산업에서 가장 큰 파괴자가 될 것
- 레벨 5 차량은 현재 여러 국가에서 테스트 중, 판매 차량은 부재
- 사람의 개입이 필요하지 않은 레벨 5 자율성을 달성하는 것은 시스템 수준의 글로벌 솔루션이 필요한 기념비적인 과제
- 레벨 5는 인간 운전자와 맞먹는 완벽한 자율주행 솔루션
- 운전 자동화는 차량 자동화 사업에 종사하는 모든 사람에게 가장 어려운 과제
- 레벨 5는 근시일내 출시되지 않을 것

[그림 3] 자율주행시스템 분야 이슈 감지·분석 결과(일반 이슈 1 - 주요 내용 번역)

### 3. Partnerships and advancements in automated driving systems

Organization name	seekingalpha.com
Organization type	언론사
Date	2023-01-05
Title	Continental and Ambarella partner for automated driving systems with full software stack <a href="#">↗</a>
Category	technology
Technology	#automated driving systems #AI #sensors #software #hardware #autonomous vehicles #camera #LIDAR #radar #ultrasonic sensors #perception #recognition #cyberattacks
Societal Issue	#safety concerns
Summary	<p>■ Government Research on Automated Driving Systems</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Continental and Ambarella partnership                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Continental and Ambarella have partnered to develop hardware and software solutions for assisted and automated driving based on AI.</li> <li>- The collaboration aims to strengthen Continental's leadership position in assisted and automated driving.</li> <li>- The partnership moves closer towards Vision Zero and autonomous mobility.</li> </ul> </li> <li><input type="radio"/> Safety concerns with automated driving                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomous vehicles face limitations with sensors, such as low-light conditions, adverse weather, and limited range and resolution.</li> <li>- System malfunctions and failures can result in unexpected behavior or system crashes.</li> <li>- Decision-making in complex scenarios and perception and recognition errors can lead to safety risks.</li> <li>- Automated driving vehicles are vulnerable to cyberattacks, compromising their safety and functionality.</li> </ul> </li> <li><input type="radio"/> Mercedes-Benz's advanced automated driving system                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mercedes-Benz has received approval from the Nevada DMV to deploy their advanced automated driving systems on Nevada roads.</li> <li>- The approved system, called DRIVE PILOT, allows drivers to legally take their eyes off the wheel.</li> <li>- Mercedes-Benz is seeking approval for Level 3 driving in other U.S. states.</li> <li>- The DRIVE PILOT system allows customers to engage in secondary activities while the car is driving.</li> <li>- Mercedes-Benz's Automatic Lane Change feature will be available in the North American market.</li> </ul> </li> </ul>
Related articles	<p>Automated Driving Vehicles and Possible Safety Concerns. <a href="#">↗</a></p> <p>Mercedes-Benz to deploy advanced automated driving system in Nevada <a href="#">↗</a></p>

[그림 4] 자율주행시스템 분야 이슈 감지·분석 결과(일반 이슈 2)

## [자율주행 시스템의 파트너십 및 발전]

### ■ 자율주행 시스템에 대한 (정부) 연구

#### ○ 콘티넨탈과 Ambarella 파트너십

- Continental과 Ambarella는 AI 기반의 자동 운전을 위한 HW & SW 솔루션을 개발하기 위한 파트너십을 체결
- 이번 협력은 보조 및 자율 주행 분야에서 콘티넨탈의 리더십 위치를 강화하는 것을 목표로 함
- 이번 협력으로 Vision Zero 목표와 자율 이동성에 더욱 가까워짐

#### ○ 자율주행에 따른 안전 우려

- 자율주행차는 저조도 조건, 악천후, 제한된 범위 및 해상도 등 센서의 한계에 직면한 상황
- 시스템 오작동/오류로 인해 예상치 못한 동작/시스템 충돌 발생 가능
- 복잡한 시나리오에서의 의사결정과 인식 및 인지 오류로 인해 안전 위험이 발생할 수 있음
- 자율주행차는 사이버공격에 취약하여 안전성과 기능성이 저하

#### ○ 메르세데스-벤츠의 첨단 자율주행 시스템

- 메르세데스-벤츠는 네바다 도로에 첨단 자율주행 시스템을 배치하기 위해 네바다 DMV로부터 승인을 받음
- DRIVE PILOT이라는 승인된 시스템을 통해 운전자는 합법적으로 운전대에서 눈을 땔 수 있음
- 메르세데스-벤츠는 미국 다른 주에서 레벨 3 운전에 대한 승인 모색 중

[그림 5] 자율주행시스템 분야 이슈 감지·분석 결과(일반 이슈 2 - 주요 내용 번역)

● 특정 이슈(국가 안보 관련 이슈) 감지·분석 결과

※ 키워드 및 시맨틱 쿼리: autonomous driving system and national security

2. National Security Concerns Surrounding Chinese Autonomous Vehicles in the US

Organization name	inverse.com
Organization type	언론사
Date	2023-02-23
Title	New Self-Driving Car Tech Could Make U.S. Roads More Dangerous
Category	technology
Technology	#self-driving cars #autonomous vehicles #Level 3 autonomy #data collection #LIDAR #RADAR #cameras #AI #advanced sensors #semiconductors
Societal Issue	#national security concerns #potential safety risks #consumer perception
Summary	<p>■ New Self-Driving Car Tech Could Make U.S. Roads More Dangerous</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Concerns about Level 3 Autonomy                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Experts are worried about the control 'handoff' between humans and machines in Level 3 autonomous cars.</li> <li>- There are concerns about the ability of humans to take over control when needed.</li> <li>- Vehicles should have full autonomy before implementing Level 3 features.</li> </ul> </li> <li>○ Challenges of Level 3 Autonomy                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Level 3 autonomy requires the human driver to take over control when requested by the system.</li> <li>- Mercedes' Level 3 features work only under 40 miles per hour.</li> <li>- There are challenges in both high-speed and urban/suburban environments.</li> </ul> </li> <li>○ Public Safety and Regulation                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Some experts argue that Level 3 autonomy should be skipped due to potential safety risks.</li> <li>- There is no federal law preventing automakers from deploying Level 3 autonomous cars.</li> <li>- States have limited authority to regulate autonomous vehicle technologies.</li> </ul> </li> <li>○ Consumer Perception and Market                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- People are still not fully comfortable with the idea of cars driving themselves.</li> <li>- Companies should focus on developing products that people actually want.</li> <li>- Safety features like automated braking and lane departure warning are more popular among consumers.</li> </ul> </li> <li>○ US Transportation Secretary expresses national security concerns about Chinese AV presence in American market                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- US Transportation Secretary, Pete Buttigieg, has expressed national security concerns about the Chinese presence in the American market, particularly in relation to autonomous vehicle (AV) companies.</li> <li>- There are concerns about the ownership of enterprises supplying transportation technologies and the potential for data collection on the American people and infrastructure that could be shared with China.</li> <li>- A bipartisan group of lawmakers has called for an investigation into the prevalence of Chinese AV technology in the US and potential restrictions on AV vehicle and equipment testing.</li> </ul> </li> <li>○ Concerns about data collection and ownership of AV technology                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- The US must better understand the true ownership of the different enterprises supplying transportation systems and the potential risks associated with data collection.</li> <li>- Technology used by AVs, such as LIDAR, RADAR, cameras, AI, advanced sensors, and semiconductors, can be used to collect data that could be shared with the Chinese Communist Party (CCP).</li> </ul> </li> <li>○ Calls for investigation into Chinese AV technology and potential restrictions                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- A bipartisan group of lawmakers has sent a letter urging the US Transportation Secretary and Secretary of Commerce to investigate the prevalence of Chinese AV technology in the US.</li> <li>- Particular concerns cited in the letter include AV vehicle and equipment testing, with data showing several Chinese firms testing autonomous vehicles in California last year.</li> <li>- The US AV industry has lagged behind in commercializing self-driving cars.</li> </ul> </li> <li>○ US Transportation Secretary expresses national security concerns                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- US Transportation Secretary, Pete Buttigieg, has expressed national security concerns about the Chinese presence in the American market, particularly in the field of autonomous vehicles (AVs).</li> <li>- Buttigieg emphasized the need to understand the true ownership of enterprises supplying transportation systems, as there are concerns about the hardware and software used in AV technology.</li> </ul> </li> </ul>

[그림 6] 자율주행시스템 분야 이슈 감지·분석 결과(특정 이슈 1)

## [미국 내 중국 자율주행차를 둘러싼 국가 안보 우려]

### ■ 자율주행 자동차 기술은 미국 도로를 더욱 위험하게 만들 수 있음

#### ○ 美 교통부 장관, 미국 내 중국 AV 존재에 대한 국가 안보 우려 표명

- Pete Buttigieg 장관은 자율주행차 기업과 관련하여 미국 시장에서 중국의 존재에 대해 국가 안보에 대한 우려를 표명
- 운송 기술을 공급하는 기업의 소유권과 미국 국민 및 인프라에 대한 데이터 수집 가능성이 중국과 공유될 수 있다는 우려가 존재
- 초당파 국회의원 그룹은 미국 내 중국 AV 기술의 보급과 AV 차량 및 장비 테스트에 대한 조사를 요구

#### ○ AV 기술의 데이터 수집 및 소유권에 대한 우려

- 미국은 운송 시스템을 공급하는 다양한 기업의 실제 소유권 및 데이터 수집과 관련된 잠재적 위험을 더 잘 이해해야 함
- LIDAR, RADAR, 카메라, AI, 첨단 센서, 반도체 등 AV에 사용되는 기술을 사용하여 중국 공산당(CCP)과 공유할 수 있는 데이터를 수집할 수 있음

#### ○ 중국 AV 기술 및 잠재적 제한에 대한 조사 촉구

- 초당파 국회의원 그룹은 미국 내 중국 AV 기술의 확산을 조사할 것을 미국 교통부 장관과 상무부 장관에게 촉구하는 서한을 송부
- Baidu의 Apollo, Ponyai 등 여러 중국 기업이 지난해 캘리포니아에서 자율주행차를 테스트했다는 데이터가 나오는 등 미국 내 AV 차량 및 장비 테스트에 대한 구체적인 우려 제기

[그림 7] 자율주행시스템 분야 이슈 감지·분석 결과(특정 이슈 1 - 주요 내용 번역)

### 3. Advancements in Autonomous Driving and AI Technology for Military and Commercial Applications

Organization name	wbtv.com
Organization type	언론사
Date	2023-07-17
Title	U.S. House of Representatives Supports Dual-Use Acquisition Strategies for Army Autonomous Driving Programs in the FY 2024 National Defense Authorization Act (NDAA) <a href="#">↗</a>
Category	technology
Technology	#autonomous driving #AI #self-driving vehicles #materials research #generative AI #AI safety #QPTs
Societal Issue	#The societal issues derived from the document include the integration of commercial technology developers into defense acquisition strategies #the deployment of AI in the military #and the need for AI regulation and control.
Summary	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Government Research on Autonomous Driving, AI, and AI Safety                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ U.S. House of Representatives Supports Dual-Use Acquisition Strategies for Army Autonomous Driving Programs                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- The House of Representatives supports the integration of commercial technology developers into the Department of Defense's autonomous technology acquisition strategies.</li> <li>- This reflects Congress's interest in encouraging dual-use technology acquisition strategies for national security purposes.</li> <li>- Kodiak Robotics praises the House of Representatives for their support and believes that the Software Acquisition Pathways model is a gamechanger for defense autonomy programs.</li> </ul> </li> <li>○ \$20m Grant for AI Development in Self-Driving Vehicles and Materials Research                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- A \$20 million AI research challenge aims to develop AI tools for self-driving military vehicles and machinery.</li> <li>- The research funding will be split among five research teams focusing on AI systems for autonomous vehicles and generative AI for creating new materials.</li> <li>- The goal is to improve the recognition of signs, enhance the reliability of self-driving vehicle sensors, and develop stronger and lighter materials for military equipment.</li> </ul> </li> <li>○ Guardrails For AI, What Is Possible Today!                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mitigating the risk of extinction from AI should be a global priority alongside other societal-scale risks.</li> <li>- The Center for AI Safety highlights the need to control existing AI and regulate provable harm and outcomes.</li> <li>- Modguard offers an architecture for compliance with AI regulations using an integrated controller and blockchain for evidence.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
Related articles	\$20m grant set up to develop AI in self-driving vehicles, materials research for military, commercial uses <a href="#">↗</a> Guardrails For AI, What Is Possible Today! <a href="#">↗</a>

[그림 8] 자율주행시스템 분야 이슈 감지·분석 결과(특정 이슈 2)

## [군사 및 상업용 애플리케이션을 위한 자율 주행 및 AI 기술의 발전]

## ■ 자율주행, AI, AI 안전에 관한 정부 연구

- 美 하원, 육군 자율주행 프로그램을 위한 Dual-Use 획득 전략 지원
  - 하원은 국방부의 자율 기술 획득 전략에 상용기술 개발자의 통합 지원
  - 이는 국가 안보 목적을 위한 이중 용도 기술 획득 전략을 장려하려는 의회의 관심을 반영
  - Kodiak Robotics는 하원의 지원을 높이 평가하고 SW획득 경로 모델이 국방 자율성 프로그램의 판도를 바꿀 것이라고 믿음
- 자율주행차 및 재료 연구 분야 AI 개발을 위한 2,000만 달러 보조금
  - 2천만 달러 규모의 AI 연구 챌린지는 자율주행 군용 차량 및 기계를 위한 AI 도구를 개발하는 것을 목표로 함
  - 연구 자금은 자율주행차용 AI 시스템과 신소재 창출을 위한 생성 AI에 중점을 둔 5개 연구팀으로 분할될 예정
  - 표지판 인식 향상, 자율주행차 센서의 신뢰성 향상, 군용장비용 소재를 더욱 강하고 가볍게 개발하는 것이 목표
- AI를 위한 가드레일, 오늘 가능한 일
  - AI로 인한 멸종 위험을 완화하는 것은 다른 사회적 규모의 위험과 함께 글로벌 우선순위가 되어야 합니다.
  - AI 안전센터는 기존 AI를 통제하고, 입증 가능한 피해와 결과를 규제해야 할 필요성을 강조
  - Modguard는 통합 컨트롤러와 증거용 블록체인을 사용하여 AI 규정 준수를 위한 아키텍처를 제공

[그림 9] 자율주행시스템 분야 이슈 감지·분석 결과(특정 이슈 2 - 주요 내용 번역)

### (3) 국가전략기술 중점기술 단위 주요 이슈 도출(양자컴퓨팅)

□ 본 시스템을 활용하여 도출한 양자컴퓨팅 분야 일반 이슈 감지·분석 결과와 그 결과를 해석한 내용은 다음과 같음

- 일반 이슈 감지·분석 결과

※ 키워드 및 시맨틱 쿼리: quantum computing

#### 2. Quantum Computing and its Applications in Business and Industries

Organization name	mit.edu
Organization type	언론사
Date	2023-03-07
Title	The Business Case for Quantum Computing <a href="#">↗</a>
Category	technology
Technology	#quantum computing #quantum technology #quantum supremacy #quantum advantage #quantum processors #quantum-inspired tensor networks #quantum mechanical algorithm #quantum chemistry #quantum computer #random number generators #quantum security #qubits #superposition #quantum entanglement #interference #Shor's algorithm #quantum-resistant cryptographic algorithms #IBM Quantum Experience #Google's Quantum AI lab #Microsoft's Azure Quantum #Rigetti Computing #D-Wave Systems
Societal Issue	-
Summary	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Quantum Computing and its Applications in Diverse Industries                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Quantum Technology Gains Momentum                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantum technology is gaining momentum as computing gets closer to reality.</li> <li>- Quantum computing has the potential to revolutionize various industries and sectors.</li> <li>- The patent landscape of quantum technologies is being mapped to understand innovation and policy implications.</li> </ul> </li> <li>○ Quantum Supremacy and Computational Advantage                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantum supremacy has been achieved using programmable superconducting processors.</li> <li>- Quantum computational advantage has been demonstrated with programmable photonic processors.</li> <li>- Quantum advantage showdowns have no clear winners.</li> </ul> </li> <li>○ Quantum Economic Advantage                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantum computing offers economic advantages in various fields.</li> <li>- Dynamic portfolio optimization with real datasets can be achieved using quantum processors and quantum-inspired tensor networks.</li> <li>- Commercial applications of quantum computing are being explored.</li> </ul> </li> <li>○ Value of Assets Under Management and Wall Street's Interest                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- The value of assets under management worldwide has been increasing over the years.</li> <li>- Wall Street is showing interest in quantum computing.</li> </ul> </li> <li>○ Quantum Computing in Database Search and Quantum Chemistry                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- A fast quantum mechanical algorithm for database search has been developed.</li> <li>- Quantum computing simulations are being used to estimate phosphorescent emission energies in Ir(III) complexes.</li> <li>- Exponential quantum advantage in quantum chemistry is being investigated.</li> </ul> </li> <li>○ Building a Quantum Computer and Random Number Generators                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- A blueprint for building a quantum computer has been proposed.</li> <li>- Quantum computers are not the only quantum technology that can produce true random numbers.</li> <li>- Rigged random number generators are a concern in quantum security.</li> </ul> </li> <li>○ Commercial Applications and Quantum Security                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Commercial applications of quantum computing are being explored.</li> <li>- Quantum-enhanced Markov Chain Monte Carlo and derivative pricing are areas of interest.</li> <li>- Quantum security offers advantages over traditional methods.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
Related articles	<a href="#">Quantum Computing and its Applications in Diverse Industries <a href="#">↗</a></a> <a href="#">Quantum Computing: 2 Companies on the Cutting Edge <a href="#">↗</a></a>

[그림 10] 양자컴퓨팅 분야 이슈 감지·분석 결과(일반 이슈)

**[양자 컴퓨팅과 비즈니스 및 산업에서의 응용]****■ 양자컴퓨팅 및 양자컴퓨팅의 산업 응용****○ 양자의 경제적 이점**

- 양자 컴퓨팅은 다양한 분야에서 경제적 이점을 제공
- 양자 프로세서 및 quantum-inspired tensor network를 사용하여 실제 데이터 세트를 사용한 동적 포트폴리오 최적화를 달성할 수 있음
- 양자컴퓨팅의 상업적 이용 방안 모색 중

**○ 운용자산의 가치와 월스트리트의 이해관계**

- 전 세계적으로 관리되는 자산의 가치는 수년에 걸쳐 증가
- 월스트리트가 양자컴퓨팅에 관심을 보이고 있음

**○ DB검색 및 양자화학에서의 양자컴퓨팅**

- DB검색을 위한 빠른 양자역학적 알고리즘이 개발됨
- 양자 컴퓨팅 시뮬레이션은 Ir(III) 복합체의 인광 방출 에너지 추정에 사용됨
- 양자화학에서 지수적 양자 이점이 연구되고 있음

**○ 상용 애플리케이션 및 양자 보안**

- 양자컴퓨팅의 상업적 이용 방안 모색 중
- 양자 강화 Markov Chain Monte Carlo 및 파생상품 가격 책정이 관심 분야
- 양자 보안은 기존 보안 방식 대비 이점을 제공

[그림 11] 양자컴퓨팅 분야 이슈 감지·분석 결과(일반 이슈 - 주요 내용 번역)

- 특정 이슈 감지·분석 결과

※ 키워드 및 시맨틱 쿼리: quantum computing and national security

1. Quantum Computing and National Initiatives

Organization name	thediplomat.com
Organization type	언론사
Date	2023-06-10
Title	The Security Implications of Quantum Computing and India's National Quantum Mission
Category	technology
Technology	#quantum computing #quantum information science #quantum technology #quantum computing applications #quantum communication #quantum sensing #quantum materials and devices #quantum key distribution #quantum communication network #indigenous quantum computer #quantum-based radar #encryption-breaking algorithms #quantum ecosystem #research #technical exploration #partner success #cybersecurity strategy #talent in cybersecurity #quantum supremacy #advanced semiconductor manufacturing #advanced semiconductors #qubits #advanced foundry capabilities #advanced manufacturing capabilities #public-private partnerships #international standards and norms #strategic supply chain development
Societal issue	#data security #national security #cybersecurity #global collaboration #talent shortage #research and development #advanced manufacturing capabilities #diversification of supply chains #industry growth #responsible development of technology
Summary	<p>■ The Security Implications of Quantum Computing and India's National Quantum Mission</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Quantum Computing and National Security                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantum computing offers a dramatic increase in computing power and is seen as a critical technology for national security by the United States and China.</li> <li>- Quantum computers have the potential to break current encryption methods, leading to security risks and potential disruptions.</li> <li>- India has launched the National Quantum Mission (NQM) to foster a quantum technology ecosystem and build capabilities in quantum technology.</li> </ul> </li> <li>○ Security Risks and Potential Disruptions                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantum computers can break encryptions used to protect sensitive information, leading to an arms race between the United States and China.</li> <li>- China has made significant advancements in quantum technology, including quantum communications and encryption-breaking algorithms.</li> <li>- The NQM has the potential to consolidate India's security interests and contribute to global cybersecurity efforts.</li> </ul> </li> <li>○ International Collaborations and Partnerships                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Collaborations with the U.S. and the EU are sought by India in the field of quantum computing.</li> <li>- International collaborations and partnerships are crucial for driving innovation and research in quantum technology.</li> <li>- The NQM can contribute to global cybersecurity efforts and consolidate India's security interests.</li> </ul> </li> <li>○ Kayla Lee's role at IBM Quantum                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kayla Lee leads strategic initiatives to develop the quantum ecosystem and explore potential quantum computing applications across industries.</li> <li>- She works with Fortune 500 companies in healthcare, financial services, and media &amp; entertainment.</li> <li>- Kayla holds a BS in Molecular Biology and a PhD in Systems Biology.</li> </ul> </li> <li>○ Writing a cybersecurity strategy                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Joey discusses techniques for gaining stakeholder adoption of the cybersecurity strategy and avoiding outdated strategies.</li> <li>- The first CISO role and preparing the next person for the role are also discussed.</li> <li>- The article explores avenues for finding talent in cybersecurity, such as education, apprenticeships, mentorships, and training.</li> </ul> </li> <li>○ Quantum computing's impact and the race for quantum supremacy                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantum computing will have a significant impact across sectors and pose risks to national and economic security.</li> <li>- China is ranked second in quantum computing research, intensifying the race for quantum supremacy.</li> <li>- Quantum computers can compromise existing cybersecurity encryption standards.</li> </ul> </li> <li>○ The need for global collaboration in quantum computing                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- The United States must collaborate with other nations to mitigate risks and safeguard its leadership.</li> <li>- Collaboration is crucial due to the limited global talent pool and the need for human capital, research and development, and advanced manufacturing capabilities.</li> <li>- Australia, with its national quantum strategy and quantum scientists, is a natural partner for the United States.</li> </ul> </li> <li>○ The importance of advanced semiconductor manufacturing                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Access to advanced semiconductor manufacturing is crucial for the development of quantum computing technologies.</li> <li>- China is developing its advanced foundry capabilities, aiding its quantum computing industry.</li> <li>- Collaboration between the quantum industry and semiconductor manufacturers can provide access to advanced manufacturing capabilities and diversify supply chains.</li> </ul> </li> <li>○ Examples of successful partnerships and the role of government support                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Partnerships between quantum computing companies and semiconductor manufacturers can facilitate access to advanced manufacturing capabilities.</li> <li>- Successful public-private partnerships in other nations can serve as learning examples for the United States.</li> <li>- Government support is key to accelerating industry growth and encouraging public-private partnerships in quantum computing.</li> </ul> </li> <li>○ Shaping the industry and leveraging allied partnership                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- The United States and its allies can shape the quantum computing industry through international standards and norms.</li> <li>- Allied partnership and collaboration can ensure responsible development of the technology and strategic supply chain development.</li> <li>- Access to talent, research and innovation, and advanced semiconductor manufacturing are vital for achieving quantum computing leadership.</li> </ul> </li> </ul>
Related articles	<p>Bringing Useful Quantum Computing to the World – Kayla Lee – ESW #315</p> <p>The U.S. Can't Lead on Quantum Computing Alone</p>

[그림 12] 양자컴퓨팅 분야 이슈 감지·분석 결과(특정 이슈 1)

## [양자 컴퓨팅 및 국가 이니셔티브]

## ■ 양자 컴퓨팅과 인도의 국가 양자 임무가 안보에 미치는 영향

## ○ 양자컴퓨팅과 국가안보

- 양자 컴퓨팅은 컴퓨팅 성능을 획기적으로 향상시키며, 미국과 중국에서는 국가 안보를 위한 핵심 기술로 평가
- 양자 컴퓨터는 현재의 암호화 방법을 깨뜨릴 가능성이 있어 보안 위험과 잠재적 중단을 초래할 수 있음
- 인도는 양자 기술 생태계를 육성하고 양자 기술 역량을 구축하기 위해 NQM(National Quantum Mission)을 시작

## ○ 안보 위험 및 잠재적 중단

- 양자 컴퓨터는 민감한 정보를 보호하는데 사용되는 암호화를 깨뜨려 미국과 중국 간의 군비 경쟁으로 이어질 수 있음
- 중국은 양자 통신, 암호 해독 알고리즘 등 양자 기술 분야에서 상당한 발전을 이루었음
- NQM은 인도의 안보 이익을 강화하고 글로벌 사이버 보안 노력에 기여할 수 있는 잠재력을 가지고 있음

## ○ 양자컴퓨팅의 영향력과 양자 패권 경쟁

- 양자컴퓨팅은 여러 분야에 걸쳐 상당한 영향을 미칠 것이며 국가 및 경제 안보에 위험을 초래할 것
- 중국이 양자컴퓨팅 연구 부문 2위를 기록하며 양자패권 경쟁이 심화
- 양자 컴퓨터는 기존 사이버 보안 암호화 표준을 손상시킬 수 있음

[그림 13] 양자컴퓨팅 분야 이슈 감지·분석 결과(특정 이슈 1 - 주요 내용 번역)

## 2. Advancements in Quantum Cryptography and Quantum Technology

Organization name	nextgov.com
Organization type	언론사
Date	2023-02-15
Title	Pending National Cyber Strategy to Feature 'Strong Stand' on Quantum Cryptography <a href="#">↗</a>
Category	technology
Technology	#quantum computing #post-quantum cryptography #quantum-resistant algorithms #quantum-proof encryption #quantum technology #quantum communications #Quantum Key Distribution (QKD)
Societal Issue	#The societal issues derived from the document include the need for strong cybersecurity measures to protect sensitive data from advancements in quantum computing and quantum sensing technologies  #the importance of preparing for the impact of quantum computing on security  #and the race between global superpowers to harness the power of quantum technology.
Summary	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Advancements in Quantum Computing and Post-Quantum Cryptography                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pending National Cyber Strategy to Feature 'Strong Stand' on Quantum Cryptography                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- The upcoming National Cybersecurity Strategy will provide guidance on post-quantum cryptography to fortify classical digital networks against the threat of strong quantum computing algorithms.</li> <li>- Transitioning to post-quantum cryptography is crucial to secure sensitive data in the face of advancements in quantum computing and quantum sensing technologies.</li> <li>- Challenges for transitioning to post-quantum cryptography include upgrading networks and systems, taking inventory of data, and following future developments and guidance from NIST.</li> </ul> </li> <li>○ Quantum Computing Threat and NIST's Efforts                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantum computing poses a threat to security, and NIST has released draft standards for quantum-proof encryption algorithms.</li> <li>- Commercial-scale quantum computing is not yet a reality, but organizations need to prepare for its impact by implementing quantum-proof encryption and updating systems and data.</li> <li>- The timing and importance of preparing for quantum computing are highlighted by predictions of its commercial-scale availability from 2027 onwards.</li> </ul> </li> <li>○ Advancing Quantum Technology and India's National Quantum Mission                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantum technology is a defining battleground between global superpowers, and China is leading in its development.</li> <li>- India has launched the National Quantum Mission to harness the benefits of quantum technology in various sectors and strengthen its security posture.</li> <li>- Developing quantum technologies is crucial for India to solve domestic issues and guard against foreign security threats.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
Related articles	<a href="#">Quantum computing threat: NIST publishes new quantum encryption ... <a href="#">↗</a></a> <a href="#">Advancing quantum technology by strengthening security <a href="#">↗</a></a>

[그림 14] 양자컴퓨팅 분야 이슈 감지·분석 결과(특정 이슈 2)

## [양자 암호화 및 양자 기술의 발전]

### ■ 양자 컴퓨팅 및 Post-Quantum 암호화

#### ○ 양자 암호화에 대한 강력한 입장을 특징으로 하는 국가 사이버전략 보류

- 다가오는 국가 사이버 보안 전략은 강력한 양자 컴퓨팅 알고리즘의 위협에 맞서 고전적인 디지털 네트워크를 강화하기 위한 포스트 양자 암호화에 대한 지침을 제공할 것
- 양자 컴퓨팅 및 양자 감지 기술의 발전에 직면하여 민감한 데이터를 보호하려면 포스트 양자 암호화로 전환하는 것이 중요
- 포스트 양자 암호화로 전환하기 위한 과제에는 네트워크 및 시스템 업그레이드, 데이터 목록 작성, NIST의 향후 개발 및 지침 준수가 포함

#### ○ 양자 컴퓨팅 위협과 NIST의 노력

- 양자 컴퓨팅은 보안에 위협이 되며 NIST는 양자 방지 암호화 알고리즘에 대한 표준 초안을 발표
- 상용 규모의 양자 컴퓨팅은 아직 현실이 아니지만, 조직은 양자 증명 암호화를 구현하고 시스템데이터를 업데이트하여 그 영향에 대비해야 함

#### ○ 양자 기술 발전과 인도의 국가 양자 임무

- 양자 기술은 글로벌 초강대국 간의 결정적인 경쟁터이며, 중국이 그 발전을 주도
- 인도는 다양한 분야에서 양자 기술 이점을 활용하고 안보 태세를 강화하기 위해 국가 양자 임무(National Quantum Mission)를 시작
- 인도가 국내 문제를 해결하고 해외 안보 위협을 방어하기 위해서는 양자 기술 개발이 매우 중요

[그림 15] 양자컴퓨팅 분야 이슈 감지·분석 결과(특정 이슈 2 - 주요 내용 번역)

#### (4) 시스템 활용 결과에 대한 분야 전문가 검토 의견

- 일반 이슈 감지·분석 결과 품질에 대한 주요 의견
  - 긍정적 의견
    - 시스템 설계 비용 및 시간을 고려했을 때 분석 결과의 전반적 수준 양호
    - 해당 분야의 전체 트렌드를 파악함에 있어 적절한 결과를 도출
  - 부정적 의견
    - (Raw data가 뉴스인 점으로 인하여) 언론 기사로 잘 반영되지 않는 상세 업계 동향, 연구개발 동향은 잘 포착되지 못하는 측면
- 특정 이슈 감지·분석 결과 품질에 대한 주요 의견
  - 긍정적 의견
    - 키워드에 반영한 특정 영역(예: 국가 안보)의 분야 이슈가 잘 포착되는 측면
    - 포착된 이슈가 왜곡되거나 잘못 기재된 부분은 매우 적은 경향
- 이슈 도출 시스템 개선 제안 관련 주요 의견
  - 분야 TRL에 따라 상이한 데이터 수집 방법 적용 필요
    - (TRL이 낮은 분야 특성) 언론기사 독자들의 기술에 대한 이해도가 낮고, 시장의 dominant technology/player가 불명확한 상황
    - (TRL이 낮은 분야 데이터 특성 1) 언론기사들도 특정 대기업 동향이나 분야 전반에 대한 설명, 전망이 주를 이루고 있을 가능성이 높음
    - (TRL이 낮은 분야 데이터 특성 2) Self-citation한 기사들 또는 기업이 홍보용으로 작성한 내용을 그대로 뉴스화 한 데이터가 주를 이룰 가능성이 높음
    - (TRL이 높은 분야 특성) 제품/서비스가 상용화 단계에 있기에 언론기사 독자들도 기술에 대한 이해도가 어느 정도 높은 상황
    - (TRL이 높은 분야 데이터 특성 1) 언론기사들도 대부분 상세한 업계/연구 동향을 반영할 가능성이 높음
    - (TRL이 높은 분야 데이터 특성 2) 전문성 있는 언론기사들이 다수 존재할 가능성이 높음
    - (TRL이 낮은 분야 데이터 수집 방안) 데이터 수집 기간을 길게 설정하고, raw data 수집 신뢰도 제고를 위해 해당 분야에서 사용하는 전문용어를 키워드/시맨틱 검색어에 포함
    - (TRL이 높은 분야 데이터 수집 방안) 데이터 수집 기간, 키워드를 자유롭게 설정

**(5) 소결**

- 본 절에서는 파일럿 테스트 및 FGI를 활용하여 국가전략기술 분야별 이슈·감지 시스템의 성능을 검증하였음
  - 국가전략기술 분야 2개 중점기술에 대한 파일럿 테스트 결과 도출
  - 도출 결과를 해당 분야 산·학·연 전문가들에게 공유하여 관련 의견 수렴
- 검증 결과 시스템 성능에 대해 전반적으로 만족하는 의견이 대다수였으며 불만족 사항/보완 필요 사항은 시스템 자원에 대한 의견이 주류
  - 해당 시스템은 해외 뉴스 빅데이터를 활용하여 빈도를 기준으로 상세 이슈를 정리해줌으로써 타깃 분야의 전체적인 트렌드를 파악하는데 용이
  - 다만 현재 시스템은 분석 기간 및 수집 가능 뉴스 데이터에 제약이 존재하여 중장기 트렌드를 파악하는데 어려움이 존재
  - 따라서 향후에는 시스템 활용 가능 자원 규모를 확대하여 상기 불만족 사항을 보완
- 본 시스템을 통해 도출된 결과는 既 정성적 이슈 분석 결과와 다음의 측면에서 차별성을 확보
  - 특정 이해관계, 주관, 편견 등과 관계없이 순수 데이터 빈도 기반의 이슈 선정
  - 선입견, 왜곡 없이 이슈의 상세 내용 요약정리
  - 이슈 선정 및 분석 결과의 근거 제시 가능

## 6 국가전략기술 분야 이슈 감지 시스템의 정책적 활용 방안 제언

### (1) 정책 수립 단계에서의 시스템 활용 방안 제언

- 본 시스템은 객관성·적시성·정확성이 높은 정책 수립 근거 자료를 제공하여 정책의 품질 제고에 기여할 수 있을 것으로 기대
  - (객관성) 정량적·체계적 방식의 정책 수립 관련 정보 수집 및 편향성을 최소화한 분석 결과 제공
  - (적시성) 정책 입안자가 필요로 할 때 단시간 내 정책 수립 근거 자료 제공
  - (정확성) Raw data를 왜곡 없이 분석하여 정확한 현황 정보 제공

### (2) 정책 추진 단계에서의 시스템 활용 방안 제언

- 본 시스템은 정확하고 면밀한 정책 모니터링 정보를 상시 제공할 수 있기에 정책의 보완·개선 작업을 효과적으로 지원할 것으로 기대
  - 정책의 효과성 제고
  - 정책 집행의 효율성 향상
  - 정책 환류의 효과성 향상

## 7 결론 및 한계점

- (성과) 본 연구는 정량적·체계적인 국가전략기술 분야별 주요 이슈 감지 방법 확립 과학기술 분야 이슈 수집·분석에 내재된 한계를 극복하는 방안 제시
  - (이슈 수집 단계) 빅데이터·AI 기술을 접목해 객관성·체계성을 강화하여 이슈 선정 편향 가능성 및 중요 이슈 누락 가능성을 최소화
  - (이슈 분석 단계) 사람 개입을 배제함으로써 이해관계에 따른 이슈 본질 왜곡 가능성 및 분석 범위 한정 문제를 최소화
- (한계 1) 예산 제약에 따른 이슈 관련 데이터 수집·분석 규모의 제약이 존재
  - (現 제약 사항) News DB, ChatGPT 활용비 관제로 최대 10,000건의 데이터 수집·분석 지원
  - (분석 한계) 해당 제약 사항으로 인하여 특정 분야의 중장기 이슈 변화 추적 등은 불가
- (한계 2) 시스템 제공 옵션 제약
  - 특정 언론사 선정 옵션, 이슈 도출 시 특정 시점에 가중치를 줄 수 있는 옵션 제공 부족 등
- (한계 3) ChatGPT에 내재된 한계
  - 최신 ChatGPT 버전에서는 대부분 개선되었으나 ChatGPT에 내재된 할루시네이션 이슈, 생성 결과에 대한 명확한 근거 제시 부족 문제 등의 발생 가능성 존재
    - ※ 본 시스템은 ChatGPT가 없는 내용을 생성하는 작업이 아닌 주어진 뉴스 데이터를 요약하는 작업을 수행하므로 할루시네이션 이슈는 거의 없을 것으로 사료됨
    - ※ 또한 본 시스템은 ChatGPT가 실제 분석한 뉴스 원문 링크를 리포트하도록 구성되어 있어 결과물에 대한 근거의 명확성을 확보
  - 따라서 해당 시스템 결과물 활용 시 100% 신뢰성 확보를 위해서는 결과물에 대한 교차검증/원문 검증이 필요할 것으로 예상됨
- 향후 연구 방향
  - 대규모 데이터 수집·분석이 가능한 여건 마련
    - 특정 분야의 중장기 트렌드 분석 가능 환경 조성

- 이슈 수집·분석 과정의 객관성 강화
- 시스템 제공 옵션 확대
  - 이용자 인터뷰를 통해 수요가 높은 옵션부터 추가
  - 궁극적으로는 사용자별 customize 옵션을 충분히 제공
    - ※ (키워드/시맨틱 쿼리 UI) 입력시 Google 페이지의 고급 검색에서 제공하는 옵션들(다음 단어 모두 포함, 다음 문구 정확하게 포함, 다음 단어 적어도 하나 포함, 다음 단어 제외, 특정 저자 문서 검색 등)을 입력하는 옵션 제공 등
    - ※ (토픽 모델링 옵션 UI) 옵션 조절에 따른 분석 결과를 실시간으로 확인할 수 있는 옵션 제공 등
    - ※ (Raw data 선정 UI) 데이터를 제공하는 언론사 리스트 팝업 및 언론사 선정 옵션 제공
    - ※ (분석 UI) 최근 데이터에 비중을 더 많이 두는 weak signal 분석 옵션 제공 등

## 참 고 문 헌

- 광수정 & 김현희 (2019), 텍스트 마이닝과 토픽 모델링을 기반으로 한 트위터에 나타난 사회적 이슈의 키워드 및 주제 분석, 정보처리학회논문지, 8(1), 13-18.
- 기재홍 & 안승혁 (2020), 감성분석과 토픽모델링을 활용한 농촌태양광 관련 이슈 연구: 언론 기사와 블로그 포스트 비교, Journal of Digital Convergence, 18(9), 17-27.
- 김경아 & 정호상 (2023), 토픽 모델링을 활용한 물류 분야 로봇 활용 관련 연구 이슈와 동향 분석, 로지스틱스연구, 31(2), 87-99.
- 김근형 (2023), 의미연결망을 활용한 토픽모델링의 확장 및 사례분석, 인터넷 전자상거래연구, 23(4), 241-251.
- 김나경 (2022), 조선족 고려인의 사회적 이슈 분석-토픽모델링을 활용한 국내 언론 보도기사를 중심으로, 재외한인연구, 58, 103-146.
- 김성연 (2022), 구조적 토픽모델링을 활용한 한국과 미국의 산업수학 연구동향 비교분석, 한국산학기술학회 논문지, 23(8), 140-155.
- 김혜진 (2020), 토픽모델링을 활용한 학교도서관 연구동향 분석, 한국도서관·정보학회지, 51(3), 103-121.
- 노설현 (2020), 토픽모델링을 활용한 인공지능 관련 이슈 분석, Journal of Digital Convergence, 18(5), 75-87.
- 두산에너지빌리티 (2022), 소형모듈형원전(SMR) 글로벌 산업 동향.
- 문동지, 연다인 & 김희웅 (2018), 토픽 모델링 기반 한국 노인의 행복과 불행 이슈 분석, Information Systems Review, 20(2), 139-161.
- 민정원 & 심재권 (2020), 교육관련 이슈 도출을 위한 국민청원 데이터 분석 연구, 창의정보문화연구, 6(2), 57-64.
- 박자현, 송민 (2013), 토픽모델링을 활용한 국내 문헌정보학 연구동향 분석, 정보관리학회지, 30(1), 7-32.
- 박주섭, 홍순구, 김종원 (2017), 토픽모델링을 활용한 과학기술동향 및 예측에 관한 연구, 한국산업정보학회논문지, 22(4), 19-28.
- 박찬숙 (2023), 국내·외 도덕적 고뇌 관련 간호연구의 주제동향: 텍스트네트워크 분석 및 토픽모델링 적용, Korean Journal of Med, 26(2), 133-149.

- 선정은 & 정재은 (2023), 전기차에 대한 소비자 인식 연구: 구조적 토픽모델링 (STM) 을 중심으로, 소비자학연구, 34(3), 211-242.
- 송유진 & 권설아 (2022), 친환경 소비 이슈 변화에 관한 연구-LDA 토픽모델링 분석을 적용하여, 한국콘텐츠학회논문지, 22(6), 45-55.
- 식품의약품안전평가원 (2023), 식의약 R&D 이슈 보고서.
- 신은혜, 장성록, 서용운 & 김이레 (2023), 코로나 19 유행 시기별 재난취약 계층에 관한 이슈 분석: 언론 기사에 대한 토픽 모델링을 중심으로, 사회복지연구, 54(1), 217-253.
- 심재권 (2021), 국민청원글의 토픽 모델링을 통한 교육이슈 분석, 정보교육학회 논문지, 25(4), 633-640.
- 양승준, 이보연 & 김희웅 (2016), 토픽모델링 기반 행복과 불행 이슈 분석 및 행복 증진 방안 연구, 지식경영연구, 17(2), 165-185.
- 양연희 (2021), 토픽모델링을 활용한 공공갈등 유형 및 경향 분석, 지방행정연구, 35(2), 159-188.
- 윤현준 & 조현 (2022), 토픽모델링을 활용한 지역사회 통합돌봄 정책에 관한 사회적 이슈 및 연구 동향 분석, 대한보건연구, 48(4), 1-14.
- 윤현준 & 조현 (2021), 토픽모델링을 활용한 원격의료에 관한 사회적 이슈 분석-코로나 19 이후, 대한보건연구 (구 대한보건협회학술지), 47(2), 31-39.
- 윤효준, 박재현 & 윤지운 (2019), 비정형 텍스트 자료에서 잠재정보 추출을 위한 토픽모델링 소개: 치매관련 신체활동 뉴스 기사의 이슈 분석, 체육과학연구, 30(3), 501-512.
- 윤효준, 박재현, 윤지운, & 전민수 (2021), 토픽모델링을 적용한 코로나 19 확산에 따른 스포츠영역 이슈분석, 한국체육측정평가학회지, 23(1), 11-20.
- 이수상 (2017), 신문기사에 나타난 경주지진 사건의 사회적 이슈분석, 한국도서관·정보학회지, 48(2), 53-72.
- 이제욱 (2023), 뉴스 데이터 토픽 모델링을 활용한 사회적 거리두기 정책에 따른 스포츠 뉴스 미디어 모니터링, 스포츠엔터테인먼트와 법, 26(2), 173-192.
- 이제욱 (2022), 뉴스 토픽모델링을 활용한 스포츠 과학정책 이슈 탐색, 스포츠엔터테인먼트와 법, 25(3), 71-91.
- 이태준, 이승배, & 오창동 (2017), 원자력 이슈에 대한 정부와 언론의 커뮤니케이션 전략 비교연구: 토픽모델링 (Topic Modeling) 의 적용, 언론과학연구,

17(3), 172-229.

- 장성희 (2022), 토픽모델링과 동시출현단어 분석을 이용한 기업가정신에 대한 연구동향 분석: 2002~ 2021, 벤처창업연구, 17(3), 245-256.
- 정원준 (2018), 사드 (THAAD) 이슈를 둘러싼 한국과 중국 간 갈등 쟁점의 변화 추이 연구: 빅데이터를 이용한 시계열 토픽 모델링과 언어 네트워크 분석 기법으로, 한국광고홍보학보, 20(3), 143-196.
- 정유경 & 송종대 (2023), 토픽모델링을 활용한 교육정보화 이슈 분석: 교육정보화 기본계획 및 코로나 19 에 따른 변화를 중심으로, 교육학연구, 61(2), 1-32.
- 조은영, 심준섭 & 김광구 (2020), 신고리 5. 6 호기 공론화 과정의 사회적 이슈 분석-토픽모델링을 활용한 언론보도 분석, 국가정책연구, 34, 75-106.
- 최창환 (2022), 장애인 신체활동 관련 뉴스 기사의 이슈: 텍스트 마이닝 기반 토픽 모델링의 적용, 한국체육측정평가학회지, 24(4), 39-50.
- 최현도 & 안종욱 (2015), 과학기술이슈에 대한 일반인의 인식분석: 토픽모델링을 활용한 원자력발전 사례, 기술혁신연구, 23(4), 151-175.
- 추형석, 조원영, 유재흥 (2023), 언어 모델과 텍스트 마이닝을 활용한 인공지능 신뢰성 정책 이슈 분석 방법에 관한 연구, 기술혁신학회지, 26(4), 572-593.
- 한국바이오협회 (2023), 2023년 글로벌 세포·유전자치료제 시장 동향.
- 한국바이오경제연구센터 (2022), 글로벌 헬스케어 서비스 시장 동향과 주요 핵심 기술/제도이슈.
- 한국인터넷진흥원 (2021), 가상융합경제의 확산과 보안이슈 분석.
- 한국전자통신연구원 (2023), 주요국 사이버보안 정책 동향 및 시사점.
- 한국전자통신연구원 (2022), 동적/비정형 환경의 로봇 이동지능 기술 동향.
- 한국전자통신연구원 (2020), 공급망 보안기술 동향.
- 한국정보화진흥원 (2020), 인공지능(AI) 의사결정 설명과 법·정책적 과제.
- 한국정보통신기술협회 (2022), 6G 선점을 위한 레이스: 각국의 동향.
- 한국화학공학회 (2022), 그린수소 생산을 위한 수전해 기술개발 동향.
- Abuhay, T. M., Nigatie, Y. G., & Kovalchuk, S. V. (2018). Towards predicting trend of scientific research topics using topic modeling. Procedia Computer Science, 136, 304-310.

- AI Asia Pacific Institute (2022), 2022 Trustworthy Artificial Intelligence.
- Älgå, A., Eriksson, O., & Nordberg, M. (2020). Analysis of scientific publications during the early phase of the COVID-19 pandemic: topic modeling study. *Journal of medical Internet research*, 22(11), e21559.
- Amado, A., Cortez, P., Rita, P., & Moro, S. (2018). Research trends on Big Data in Marketing: A text mining and topic modeling based literature analysis. *European Research on Management and Business Economics*, 24(1), 1-7.
- Asghari, M., Sierra-Sosa, D., & Elmaghraby, A. (2018, December). Trends on health in social media: Analysis using twitter topic modeling. In 2018 IEEE international symposium on signal processing and information technology (ISSPIT) (pp. 558-563). IEEE.
- Bai, X., Zhang, X., Li, K. X., Zhou, Y., & Yuen, K. F. (2021). Research topics and trends in the maritime transport: A structural topic model. *Transport Policy*, 102, 11-24.
- Beck, U. (1992). *Risk society: Towards a new modernity* (Vol. 17). Sage.
- Berger, P., & Luckmann, T. (2023). The social construction of reality. In *Social theory re-wired* (pp. 92-101). Routledge.
- Blei, D. M. (2012). Probabilistic topic models, *Communications of the ACM*, 55(4), 77-84.
- Blei, D. M., & Lafferty, J. D. (2007). A correlated topic model of Science, *The Annals of Applied Statistics*, 1(1), 17-35.
- Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003). Latent Dirichlet Allocation, *Journal of Machine Learning Research*, 3, 993-1022.
- Blumer, H. (1971). Social problems as collective behavior. *Social problems*, 18(3), 298-306.
- Chae, B., & Park, E. (2018). Corporate social responsibility (CSR): A survey of topics and trends using Twitter data and topic modeling. *Sustainability*, 10(7), 2231.
- Choi, D., & Song, B. (2018). Exploring technological trends in logistics:

- Topic modeling-based patent analysis. *Sustainability*, 10(8), 2810.
- Chuang, J., Manning, C. D., & Heer, J. (2012, May). Termite: Visualization techniques for assessing textual topic models, In *Proceedings of the international working conference on advanced visual interfaces* (pp. 74-77).
  - Deloitte (2022). 주요국 수소 기술 혁신 및 개발 현황.
  - Dieng, A. B., Ruiz, F. J., & Blei, D. M. (2020). Topic modeling in embedding spaces. *Transactions of the Association for Computational Linguistics*, 8, 439-453.
  - Gerlach, M., Peixoto, T. P., & Altmann, E. G. (2018). A network approach to topic models, *Science Advances*, 4(7), eaaq1360.
  - Griffiths, T. L., & Steyvers, M. (2004). Finding scientific topics, *Proceedings of the National academy of Sciences*, 101(suppl\_1), 5228-5235.
  - Gupta, R. K., Agarwalla, R., Naik, B. H., Evuri, J. R., Thapa, A., & Singh, T. D. (2022). Prediction of research trends using LDA based topic modeling. *Global Transitions Proceedings*, 3(1), 298-304.
  - Gurcan, F., & Cagiltay, N. E. (2022). Exploratory analysis of topic interests and their evolution in bioinformatics research using semantic text mining and probabilistic topic modeling. *IEEE Access*, 10, 31480-31493.
  - Gurcan, F., Cagiltay, N. E., & Cagiltay, K. (2021). Mapping human-computer interaction research themes and trends from its existence to today: A topic modeling-based review of past 60 years. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 37(3), 267-280.
  - Hall, S., & Du Gay, P. (Eds.). (1996). *Questions of cultural identity*: SAGE Publications. Sage.
  - Heo, G. E., Kang, K. Y., Song, M., & Lee, J. H. (2017). Analyzing the field of bioinformatics with the multi-faceted topic modeling technique. *BMC bioinformatics*, 18, 45-57.
  - Hinton, G. E., & Salakhutdinov, R. R. (2006). Reducing the Dimensionality of Data with Neural Networks, *Science*, 313(5786), 504-507.

- IntechOpen (2021), Future Mobility Advances and Trends.
- International Energy Agency (2023), Global EV Outlook 2023.
- Jiang, H., Qiang, M., & Lin, P. (2016). A topic modeling based bibliometric exploration of hydropower research. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 226-237.
- Kavvadias, S., Drosatos, G., & Kaldoudi, E. (2020). Supporting topic modeling and trends analysis in biomedical literature. *Journal of Biomedical Informatics*, 110, 103574.
- Kim, J. J., Jang, H., & Roh, S. (2022). A systematic literature review on humanitarian logistics using network analysis and topic modeling. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*.
- Kim, S., Park, H., & Lee, J. (2020). Word2vec-based latent semantic analysis (W2V-LSA) for topic modeling: A study on blockchain technology trend analysis. *Expert Systems with Applications*, 152, 113401.
- Kingdon, J. W., & Stano, E. (1984). *Agendas, alternatives, and public policies* (Vol. 45, pp. 165-169). Boston: Little, Brown.
- Lau, J. H., Collier, N., & Baldwin, T. (2012, December). On-line trend analysis with topic models: # twitter trends detection topic model online. In *Proceedings of COLING 2012* (pp. 1519-1534).
- Layman, L., Nikora, A. P., Meek, J., & Menzies, T. (2016). Topic Modeling of NASA Space System Problem Reports. In *IEEE/ACM 13th Working Conference on Mining Software Repositories*. Austin, TX, US.
- Lee, C. H., Liu, C. L., Trappey, A. J., Mo, J. P., & Desouza, K. C. (2021). Understanding digital transformation in advanced manufacturing and engineering: A bibliometric analysis, topic modeling and research trend discovery. *Advanced Engineering Informatics*, 50, 101428.
- Lee, J. H., Wood, J., & Kim, J. (2021). Tracing the trends in sustainability and social media research using topic modeling. *Sustainability*, 13(3), 1269.
- McCombs, M. E., & Shaw, D. L. (1972). The agenda-setting function of mass media. *Public opinion quarterly*, 36(2), 176-187.

- McKinsey (2023), The Future of Mobility.
- National Intelligence Council (2021), The Future of Biotech.
- Neuhaus, S., & Zimmermann, T. (2010, November). Security trend analysis with cve topic models. In 2010 IEEE 21st International Symposium on Software Reliability Engineering (pp. 111-120). IEEE.
- Ozyurt, O., & Ayaz, A. (2022). Twenty-five years of education and information technologies: Insights from a topic modeling based bibliometric analysis. *Education and Information Technologies*, 27(8), 11025-11054.
- Paek, S., Um, T., & Kim, N. (2021). Exploring latent topics and international research trends in competency-based education using topic modeling. *Education Sciences*, 11(6), 303.
- Palanichamy, Y., Kargar, M., & Zolfagharinia, H. (2021). Unearthing trends in environmental science and engineering research: Insights from a probabilistic topic modeling literature analysis. *Journal of Cleaner Production*, 317, 128322.
- Quan, X., Kit, C., Ge, Y., & Pan, S. J. (2015). Short and Sparse Text Topic Modeling via Self-Aggregation, Paper presented at the IJCAI.
- Schmiedel, T., Müller, O., & Vom Brocke, J. (2019). Topic modeling as a strategy of inquiry in organizational research: A tutorial with an application example on organizational culture, *Organizational Research Methods*, 22(4), 941-968.
- Sharma, D., Kumar, B., & Chand, S. (2019). A trend analysis of machine learning research with topic models and mann-kendall test. *International Journal of Intelligent Systems and Applications*, 11(2), 70-82.
- SIA (2023), State of the U.S. Semiconductor Industry.
- Steyvers, M. & Griffiths, T. (2007). Probabilistic topic models, *Handbook of latent semantic analysis*, 427(7): 424-440.
- SUA (2021), State of the U.S. Semiconductor Industry.
- Sun, L., & Yin, Y. (2017). Discovering themes and trends in transportation

research using topic modeling. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 77, 49-66.

- Urru, S., Sciannameo, V., Lanera, C., Salaris, S., Gregori, D., & Berchiolla, P. (2022). A topic trend analysis on COVID-19 literature. *Digital health*, 8, 20552076221133696.
- Valdez, D., Pickett, A. C., & Goodson, P. (2018). Topic modeling: latent semantic analysis for the social sciences. *Social Science Quarterly*, 99(5), 1665-1679.
- Wang, L., Lakin, J., Riley, C., Korach, Z., Frain, L. N., & Zhou, L. (2018). Disease trajectories and end-of-life care for dementias: latent topic modeling and trend analysis using clinical notes. In *AMIA annual symposium proceedings (Vol. 2018, p. 1056)*. American Medical Informatics Association.
- Yang, H. L., Chang, T. W., & Choi, Y. (2018). Exploring the research trend of smart factory with topic modeling. *Sustainability*, 10(8), 2779.
- Yin, B., & Yuan, C. H. (2022). Detecting latent topics and trends in blended learning using LDA topic modeling. *Education and Information Technologies*, 27(9), 12689-12712.
- Zhang, Z., & Li, Q. (2011). QuestionHolic: Hot topic discovery and trend analysis in community question answering systems. *Expert Systems with Applications*, 38(6), 6848-6855.

## 붙임 1 News DB

- 본 연구에서는 시스템 설계 시 News DB로 NewsCatcher API를 활용
  - NewsCatcher API는 전세계 주요 언론사 및 영향력 있는 블로그에 게재된 텍스트 원문에 대한 접근을 제공
  - 해당 서비스의 특징점은 다음과 같음
    - (뉴스 데이터 집계 자동화) 다양한 추출 기술을 사용하여 전 세계 수천 개의 소스에서 뉴스 데이터를 수집이 가능하고 상시적으로 DB 업데이트
    - (뉴스 데이터 정규화) 모든 뉴스 데이터를 소스와 상관없이 동일한 형식으로 정규화하여 제공
    - (중복 제거) 모든 뉴스 쿼리에 대해 이용자가 선택한 텍스트 유사성을 기반으로 중복을 제거한 후 데이터를 제공
- NewsCatcher API가 제공하는 뉴스 소스는 다음과 같고, 이용자가 원하는 뉴스 소스만을 선택할 수 있음
  - 'forbes.com', 'businessinsider.com', 'prnewswire.com', 'einpresswire.com', 'greenwichtime.com', 'sfchronicle.com', 'sfgate.com', 'theintelligencer.com', 'lakecountystar.com', 'mrt.com', 'sheltonherald.com', 'lmtonline.com', 'milfordmirror.com', 'newstimes.com', 'thetelegraph.com', 'beaumontenterprise.com', 'benzinga.com', 'middletownpress.com', 'ctpost.com', 'nhregister.com', 'thehour.com', 'timesunion.com', 'michigansthumb.com', 'ourmidland.com', 'registercitizen.com', 'stamfordadvocate.com', 'myjournalcourier.com', 'seattlepi.com', 'mysanantonio.com', 'chron.com', 'yahoo.com', 'fortune.com', 'seattletimes.com', 'wiltonbulletin.com', 'tribune.com', 'trumbulltimes.com', 'theridgefieldpress.com', 'apnews.com', 'khon2.com', 'kxan.com', 'bigrapidsnews.com', 'dariantimes.com', 'wric.com', 'legacy.com', 'ncadvertiser.com', 'bloomberg.com', 'click2houston.com', 'compasmag.com', 'pahomepage.com', 'houstonchronicle.com', 'ksn.com', 'sandiegouniontribune.com', 'theheraldreview.com', 'wgno.com', 'cnn.com', 'fox4kc.com', 'ksat.com', '8newsnow.com', 'blackenterprise.com', 'cbs42.com', 'fastcompany.com', 'myplainview.com', 'ourquadcities.com', 'wjbf.com', 'cnbc.com', 'manisteenews.com', 'wbtw.com', 'wnct.com', 'businessjournaldaily.com', 'businessrecord.com', 'conchovalleyhomepage.com', 'globenewswire.com', 'inc.com', 'movieweb.com', 'mychamplainvalley.com', 'seekingalpha.com', 'wboy.com', 'wearegreenbay.com', 'wjhl.com', 'wspa.com'

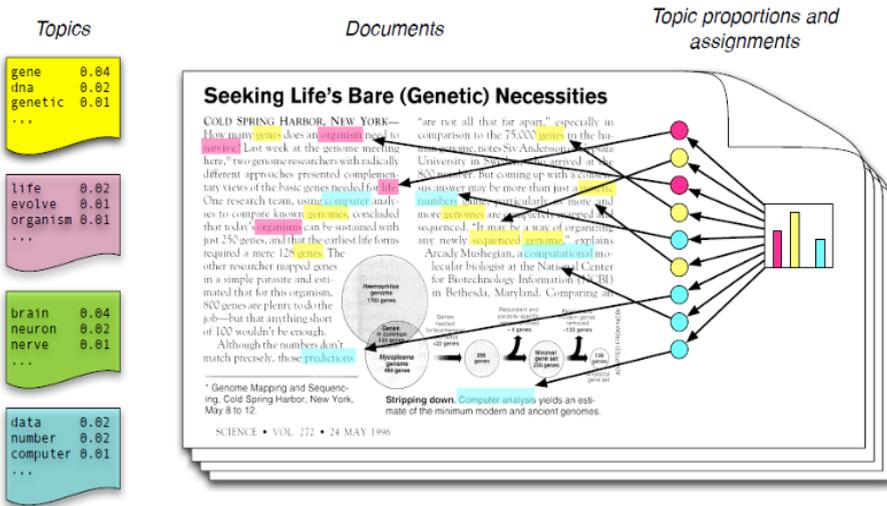
com', 'abc4.com', 'businessreport.com', 'clickondetroit.com', 'swoknews.com', 'wcia.com', 'broadwayworld.com', 'coindesk.com', 'fourstateshomepage.com', 'fox40.com', 'kfor.com', 'kget.com', 'kxnet.com', 'latimes.com', 'tastingtable.com', 'wgnradio.com', 'wpri.com', 'yourcentralvalley.com', 'clarksvillenow.com', 'deadline.com', 'expressnews.com' 등

- ※ News DB 업계 보안 상 전체 리스트는 비공개
- ※ 본 연구에서는 시스템 편향성 완화를 위해 전체 언론사 소스를 활용

## 붙임 2 Topic Modeling과 Embedded Topic Modeling

### □ 토픽 모델링(topic modeling) 방법론 개요

- 토픽 모델링은 대량의 문헌 데이터의 내용을 파악해 내재된 특정 패턴을 찾아 주제를 추론하기 위한 알고리즘
- 이는 기존의 단어 빈도 분석에서 발생하는 희귀성 문제(sparsity problem), 다의성(polysemy), 유의어(synonymy), 의미계층구조(semantics hierarchical structure) 등의 문제를 해결하기 위한 대안으로 제안된 방법론(Blei, 2012; Steyvers & Griffiths, 2007)
- 토픽 모델링은 문헌 데이터 안에 숨겨진 주제를 식별하기 위하여 각 주제를 단어 분포로 표현하여 문헌 구조를 예측하는 분석 모델로 텍스트 마이닝 기법의 하나 (박자현 & 송민, 2013)



[그림 16] 기사 토픽 모델링 예시 (Blei, 2012)

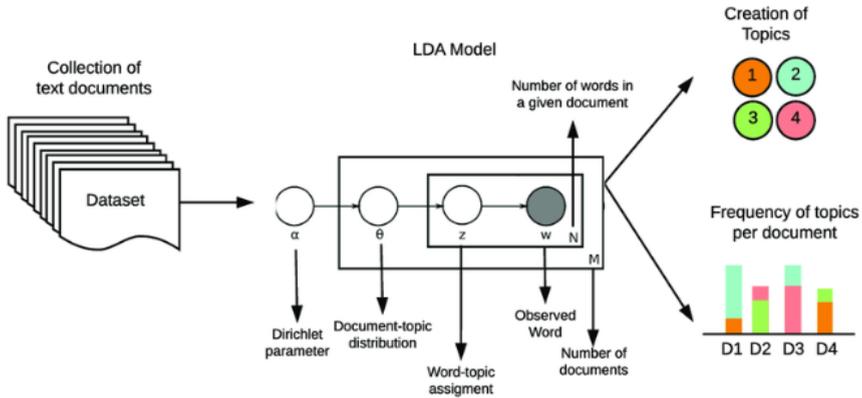
### □ 토픽 모델링 활용 현황

- 현재 다양한 학문 분야에서 토픽 모델링을 활용한 분석이 진행 중
  - 한국학술지인용색인 검색 결과, 2023년 10월 기준 사회과학 분야 KCI 등재지 725편\*의 논문이 확인
  - \* 교육학 226편, 경영학 117편, 신문방송학 53편 순

- 과학기술동향, 인공지능 신뢰성 정책 이슈 등에 대한 토픽 모델링 적용도 시도 (구본진, 2022; 박주섭 외, 2017; 추형석 외, 2023)

□ LDA(latent dirichlet allocation) 토픽 모델링 방법론

- LDA(latent dirichlet allocation)가 현재 가장 많이 사용되고 있는 기본적인 토픽 모델링 방법
  - ※ LDA는 자연어 처리 분야에서 다양한 용도로 사용되고 있음(뉴스 기사 분류, 블로그 글 분류, 고객 리뷰 분석, 문서 요약 등)
- LDA는 문서 집합에서 토픽(세부 주제)를 찾는 비지도 학습 알고리즘
- LDA는 문서가 여러 토픽의 혼합으로 구성되어 있으며, 각 토픽은 특정 단어들의 분포를 가진다고 가정
- LDA 토픽 모델링 과정은 다음과 같음
  - (1단계: 토픽 개수(K) 지정) 분석 대상 문서의 내용, 수준, 분석 목적에 따라 적절한 토픽 개수를 지정
    - ※ 토픽 개수 지정은 LDA의 모델링 과정에서 가장 중요한 설정으로 토픽의 개수가 너무 적으면 문서의 주제를 제대로 표현하지 못할 수 있고, 토픽의 개수가 너무 많으면 문서의 주제가 중복되거나 의미가 모호해질 수 있음
  - (2단계: 각 문서에 K개의 토픽을 랜덤으로 할당) LDA는 각 문서에 K개의 토픽을 랜덤으로 할당
    - ※ 각 토픽이 문서에 할당될 확률은 토픽의 개수와 문서의 단어 분포에 따라 결정
  - (3단계: 각 단어의 토픽 추정) LDA가 각 단어의 토픽을 추정
    - ※ 각 단어가 토픽에 속할 확률은 토픽의 단어 분포와 단어의 의미에 따라 결정
  - (4단계: 토픽의 단어 분포 업데이트) LDA가 토픽의 단어 분포를 업데이트
    - ※ 각 단어가 토픽에 속할 확률을 토대로 토픽의 단어 분포를 계산
  - (5단계: 2~4단계 과정을 반복) LDA가 위 과정을 반복하면서 토픽의 개수, 문서에 할당된 토픽, 각 단어의 토픽을 최적화



[그림 17] LDA 개념도<sup>1)</sup>

□ LDA 토픽 모델링의 장점

- 빠른 속도로 대규모 텍스트 데이터 분석 가능
- 다양한 유형의 텍스트 데이터에 적용 가능
- 토픽의 의미 추론 용이
- (단점 1) 토픽의 개수에 따라 결과물의 품질이 달라질 수 있음
- (단점 2) 분석 대상 데이터의 내용과 목적에 따라 적절한 토픽 개수를 선택하기 어려울 수 있음

□ 토픽 모델링 방법론의 기술적 한계

- 토픽 개수(K) 결정 문제
  - 학술적으로 최적의 토픽 개수를 결정하는 방법론에 대한 합의 부재 (Gerlach, Peixoto, & Altmann, 2018)
  - 너무 적은 토픽 수를 설정할 경우 데이터의 복잡성을 설명하지 못하고, 너무 많은 토픽 수를 설정할 경우 해석 상의 어려움이 존재 (Griffiths & Steyvers, 2004)
  - 모델의 품질을 판단할 수 있는 지표에 대한 합의가 부족
- 대용량 데이터 처리의 어려움
  - 대용량 텍스트 데이터를 처리하고 효율적으로 토픽 모델링을 수행하기 위해서는

1) (출처) <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/06/part-2-topic-modeling-and-latent-dirichlet-allocation-lda-using-gensim-and-sklearn/>

고성능 컴퓨팅 자원 및 분산 처리 시스템이 필요 (Valdez et al., 2018)

- 단어나 문서의 양이 많아질수록 차원이 급격하게 증가하므로 계산 복잡성이 증가하는 차원의 저주(curse of dimensionality) 문제가 발생

- 사전 분포에 대한 이론적 정당화 부족
  - 일부 토픽 모델은 가우시안 분포를 가정하지만 실제 데이터의 분포와 다를 수 있으며, 데이터의 비선형성 및 다차원성을 고려하지 못할 가능성이 존재 (Blei & Lafferty, 2007)
- Short text에 대한 모델의 질이 떨어짐
  - 웹 데이터 상 자연어 정보의 대부분이 Short text이며, 문맥 부족, 단어 빈도 부족, 의미 손실 등의 문제가 발생할 수 있음 (Quan, Kit, Ge, & Pan, 2015)
- 한글 데이터 분석에 적절하지 못한 측면이 존재
  - 한글 문장의 다양성과 복잡성으로 인하여 한글 텍스트 분석에 대한 정확성은 아직도 미흡한 상태 (김근형, 2023)

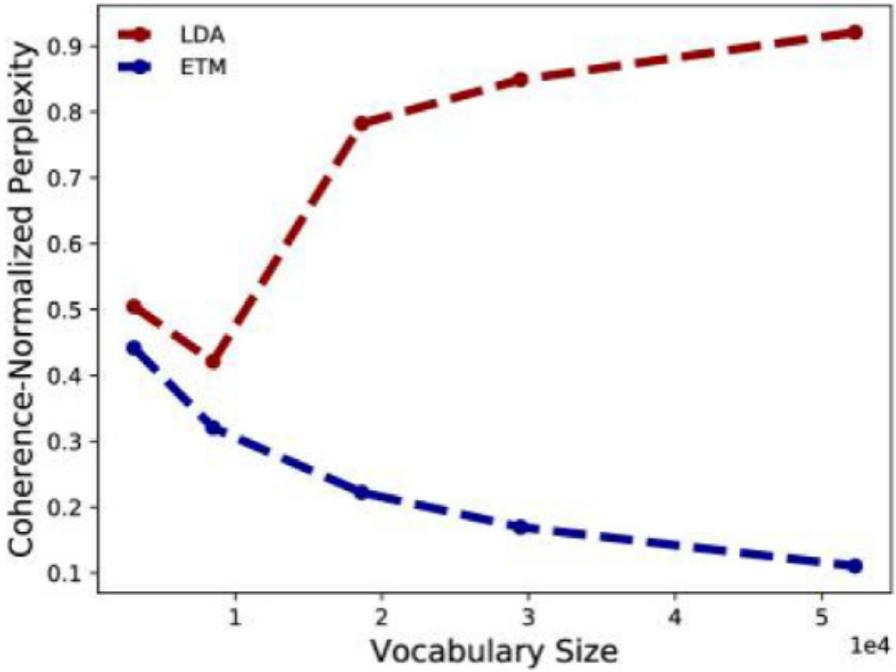
□ 토픽 모델링 방법론의 결과 분석/함의 도출 측면에서의 한계

- 텍스트 데이터에서 토픽을 추출하는 데 사용되는 알고리즘은 지원 역할만을 하며, 연구자들은 연구의 모든 단계에서 주관적인 결정과 해석이 필요 (Schmiedel et al., 2019)
  - 연구 목적에 적합한 알고리즘을 선택하고 토픽을 해석하고 레이블을 지정하는 등 다양한 결정 필요
  - 토픽 모델링은 완전 자동화된 과정이라기보다는 단어의 확률 분포를 나타내며 연구자의 주관적 해석 및 도메인 지식을 필요로 함 (Blei et al., 2003)
  - 동일한 토픽 모델링 결과에 대해 연구자별로 상이한 해석을 할 가능성이 존재 (Chuang et al., 2012)
- 토픽 모델링에 사용되는 데이터의 한계 (Schmiedel et al., 2019)
  - 토픽 모델링의 기초로 사용되는 텍스트 데이터는 연구 분야와 관련이 없는 주제를 포함할 가능성이 존재
  - 식별된 토픽이 연구 주제와 어떻게 관련이 있는지 해석할 필요가 있으며, 이 과정에서 주관적 편향에 노출될 가능성이 존재
- 토픽 모델링에 사용되는 데이터의 편향성 (Jindal & Liu, 2008; Liu & Zhang, 2012; Nan Hu, Bose, Koh, & Liu, 2012)
  - 데이터에 사용되는 뉴스, 온라인 리뷰 등의 자료는 잠재적으로 편향 가능성이 있으며, 중립적인 평가보다는 극단적인 의견으로 편향될 확률이 존재

- 데이터 편향 및 중복 데이터를 감지하고 효율적으로 제거하는 기술을 통해 연구자가 잠재적인 편향을 감소시킬 필요가 있음

#### □ 임베디드 토픽 모델링(embedded topic modeling) 방법론 개요

- 임베디드 토픽 모델링은 딥러닝을 기반으로 하는 토픽 모델링 방법
- 동 방법론은 단어의 의미를 다차원 공간에 벡터화하는 단어 임베딩 방식을 활용하여 기존 토픽모델링의 한계점을 크게 개선(Dieng, Ruiz, Blei 2020)
  - \* (예) LDA와 같은 기존의 토픽 모델링 방법은 단어의 분포를 기반으로 토픽을 추출하지만 단어 분포만으로는 토픽의 의미를 완전히 파악하기 어려움
- 기존 LDA 방법과는 달리 임베디드 토픽 모델링은 경우 단어를 one-hot-vector와 같은 분절(discrete)된 저밀도 벡터(sparse vector)로 표현하는 것이 아니라 최신 딥러닝 방식이 채택하는 연속형(continuous) 고밀도 벡터(dense vector)로 표현하여 정보를 압축하는 임베딩 방법 (Mikolov et al., 2013)을 사용
- 이를 통해 임베디드 토픽 모델링은 사전 학습된 워드 임베딩을 통해 단어와 토픽을 임베딩 벡터로 활용하여 대용량 데이터의 토픽 모델링의 성능을 향상 (Dieng et al., 2020).
- 본 방법론은 단어의 분포뿐만 아니라 단어의 의미를 고려하여 토픽을 추출하여 정확도와 연관성을 획기적으로 개선
  - \* [그림 18]과 같이 단어 크기가 늘어날수록 LDA 토픽 모델링은 난해성이 증가하지만 임베디드 토픽 모델링은 난해도가 오히려 감소



[그림 18] 다양한 단어 크기에 대한 일관성 정규화 난해성 메트릭을 사용한 임베디드 토픽 모델링과 LDA 비교<sup>2)</sup>

2) (출처) <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/20/11561>