

EMERGING TECH 2022

# DATA INSIGHT

데이터로 보는 2022년 코어트렌드

# DATA INSIGHT

데이터로 보는 2022년 코어트렌드

DATA INSIGHT는 빅데이터 기반 이슈 스캔을 통해  
지능정보사회에 등장할 주요 데이터 기술을 전망하고  
데이터 기반의 정책의사결정 방향을 제시하기 위해  
한국지능정보사회진흥원에서 기획·발간하는 보고서입니다.

- 본 보고서의 내용은 한국지능정보사회진흥원의 공식 견해와 다를 수 있습니다.
- 본 보고서 내용의 무단전재를 금하며 가공·인용할 때는 반드시 출처를 명기해 주시기 바랍니다.
- 본 보고서는 방송통신발전기금으로 제작되었습니다.

## I. 코어트렌드 분석 방법론

1. 분석 개요	08
2. 사용 데이터	09
3. 분석 프레임	12

## II. 최근 3년 코어트렌드 동향

1. 연도별 결과	18
2. 연도별 변화	21
3. 2021년 상위 키워드 비교	24

## III. 2022 코어트렌드

1. 국내 뉴스 DoV/DoD 결과	26
2. 국내 논문 DoV/DoD 결과	30
3. 해외 논문 DoV/DoD 결과	33
4. 2022 코어트렌드 선정 결과	36

## IV. 주요 이슈에 대한 현황 및 전망

1. 인간-로봇 상호작용 전문가 인터뷰	38
2. 설명 가능한 인공지능 전문가 인터뷰	49

## 부록

1. 용어사전	58
2. 카드뉴스	60

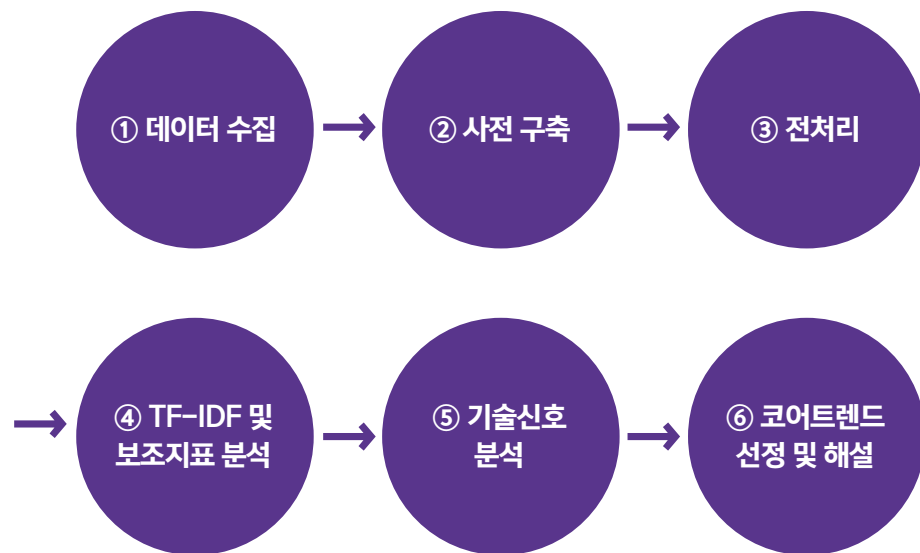
본 보고서는 국내 뉴스, 국내 학술논문, 해외 학술논문 등의 ICT 분야 문서를 대상으로 데이터 분석 방법을 적용해 분석 후 최신 주요 기술 이슈를 도출하고, 해당 기술에 대한 전문가의 기술 전망을 제시하고자 한다. 특히 최근 3년 동안 가장 많이 언급된 ICT 기술을 코어트렌드로 정의하고 분석했다.

본 보고서의 전반적인 구성은 다음과 같다. 먼저 챕터 I에서는 사용 데이터 및 적용된 분석 방법론에 대한 설명을 기술했다. 챕터 II에서는 연도별로 뉴스 및 국내외 학술논문에서 언급된 주요 기술 동향을 분석했다. 이를 기반으로, 챕터 III에서는 분석 결과 및 코어트렌드 선정 결과를 정리했다.

## 1. 분석 개요

2022 코어트렌드 분석은 텍스트 마이닝 및 기술신호 분석이라는 두 가지 종류의 양적 분석 방법을 적용해 최신 기술 트렌드를 파악하고, 선정된 코어트렌드 기술에 대한 전문가들의 전망을 제공하는 것을 목표로 수행됐다. 이를 위한 분석은 그림 I-1에 제시한 순서에 따라 진행됐다.

그림 I-1. 코어트렌드 분석 개요



## 2. 사용 데이터

2022년 코어트렌드 선정에는 최근 3년 동안의 국내 언론 보도 데이터 및 국내외 학술 연구 데이터가 사용됐다. 이를 위해 국내 포털 및 국내외 해외 주요 학술지를 수집해 온라인 뉴스 기사와 학술논문 코퍼스(Corpus)를 구축했다.

뉴스의 경우 포털 내 IT 섹션으로 수집 대상을 한정했으며, 발행 뉴스 전체에 대한 제목과 본문을 수집했다. 한편, 학술논문의 경우 일정한 기준에 따라 국내 학술논문은 KCI(한국학술지인용색인), RISS, DBpia에 등록된 논문을 대상으로 수집하고, 해외 논문은 Google Scholar를 통해 수집을 진행했다. 구체적인 학술논문의 수집 기준은 다음과 같다.

국내 논문의 선정 기준은 KCI의 카테고리 내 공학으로 분류된 학술지 중 ICT 관련 학술지를 확인하고, 학술지의 영향력 지수<sup>1)</sup>를 고려해 총 90개를 선정했다. 단순 공학 분류에 등록된 학술지 전체를 선정하지 않은 이유는 ICT와는 무관한 건설, 화학 등 분야별 연구가 포함되어 데이터 분석 시 어려움이 있기 때문이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 ‘빅데이터’, ‘인공지능’, ‘5G’ 등 ICT 관련 키워드가 포함된 학술 논문을 먼저 확인하고, 해당 학술논문의 학술지명을 확인하는 단계를 거쳤다. 이후 최종 선정된 학술지명에 등록된 학술논문을 수집한 후 분석 데이터인 제목, 핵심어, 초록 등을 정리했다. 이때 해외 논문과의 비교를 위해 영문으로 작성된 제목, 초록, 핵심어도 병기했다.

국내 각 학술지별로 수집된 논문의 수는 표 I-1과 같다.

1) 영향력 지수는 학술지의 논문이 인용된 총 회수를 학술지에 수록된 논문의 수로 나눈 값으로, 동일 분야의 상대적 중요성을 비교할 때 사용되는 지수임( <https://www.kci.go.kr/kciportal/po/citationindex/explanation.kci>)

표 I-1. 국내 논문 수집 데이터

학술지명	논문 수(건)
한국산학기술학회 논문지	2,244
한국컴퓨터정보학회 논문지	1,530
전기학회 논문지	733
한국통신학회 논문지	696
전기전자학회 논문지	662
디지털콘텐츠학회 논문지	619
한국정보통신학회 논문지	602
로봇학회 논문지	492
한국전자통신학회 논문지	452
멀티미디어학회 논문지	387
정보과학회 논문지	381
제어로봇시스템학회 논문지	354
전자공학회 논문지	340
한국정밀공학회지	324
한국자동차공학회 논문지	298
항공우주시스템공학회지	294
한국항공우주학회지	270
Korean Chemical Engineering Research	244
한국산업융합학회 논문지	238
전기전자재료학회 논문지	236
방송공학회 논문지	232
ETRI Journal	231
<b>이상 90개 학술지</b>	<b>19,353</b>

2) <https://scholar.google.com>

3) h5-index는 최근 5년 동안 출판된 논문의 h-index를 의미(h-index는 인용 관련 지수)

해외 논문의 경우, Google Scholar<sup>2)</sup>에서 Engineering & Computer Science로 분류된 56개의 카테고리 중 ICT 관련 범주에 해당하는 18개를 선정했다. 이후, 선정된 범주에 속한 학술지의 h5-index<sup>3)</sup>를 고려해 5개의 주요 대분류(Artificial Intelligence, Computer Vision & Pattern Recognition, Computational Linguistics, Human Computer Interaction, Bioinformatics & Computational Biology)를 선정했다. 수집된 해외 학술지명과 논문의 수는 아래 표 I-2와 같다.

표 I-2. 해외 논문 수집 데이터

학술지명	논문 수(건)
IEEE Access	20,000
Sensors	11,459
Chemical engineering journal	9,396
Pattern Recognition	6,736
Fuel	6,354
Remote Sensing	5,993
ACS Sustainable Chemistry & Engineering	5,023
IEEE International Conference on Communications	4,980
Bioinformatics	4,876
Procedia Computer Science	4,709
IEEE Software	4,331
IEEE Wireless Communications	4,098
IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition	3,667
The International Journal of Advanced Manufacturing Technology	3,637
IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing	3,614
Neurocomputing	3,503
IEEE Sensors Journal	3,272
IEEE Transactions on Communications	3,197
Multimedia Tools and Applications	3,192
Journal of Intelligent & Fuzzy Systems	2,997
IEEE Transactions on Industrial Electronics	2,528
Procedia CIRP	2,311
<b>이상 267개 학술지</b>	<b>266,754</b>

이러한 절차를 통해 최종적으로 확보한 국내 뉴스 및 학술 논문의 데이터는 표 1-3과 같다.

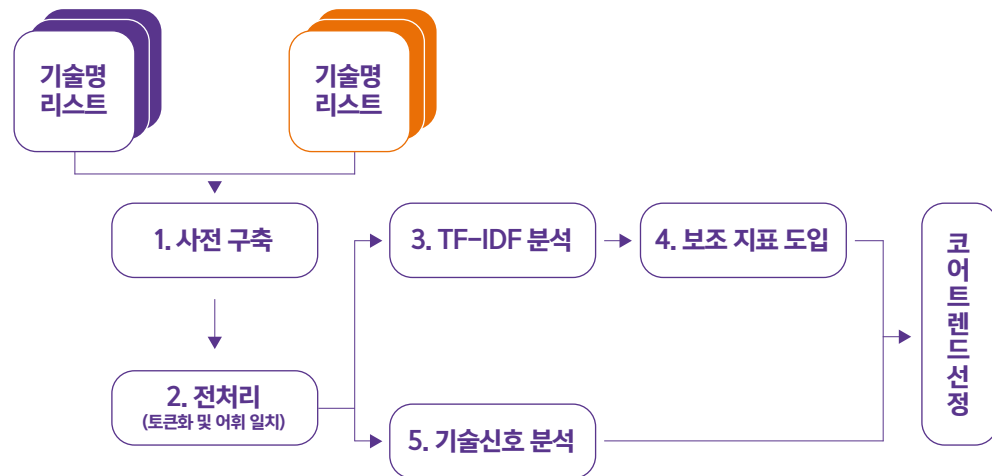
표 1-3. 수집 데이터 현황

구분	출처	데이터 개수	기간
국내 뉴스	국내 포털 (IT 섹션)	610,706건	최근 3년 (2019.1 ~ 2021.6)
국내 논문	한국학술지인용색인 (공학-ICT 분야)	19,353건	
해외 논문	국제 학술지 (Engineering & Computer Science)	266,754건	

### 3. 분석 프레임

수집한 온라인 뉴스 기사 및 학술논문의 효율적인 분석을 위해 TF-IDF, 기술신호 분석 등의 방법을 적용했다. 뉴스와 학술 논문 코퍼스의 특성이 상이해 분석은 각각 별도로 진행했으나, 두 결과를 종합적으로 고려해 최종적인 코어트렌드를 선정했다. 전체적인 분석 프레임은 다음 그림 1-2와 같다.

그림 1-2. 코어트렌드 분석 프레임 개요



\*TF-IDF(Term frequency-Inverse document frequency) 분석 : 텍스트 마이닝에서 이용하는 방법론. 여러 문서로 이루어진 문서군에서 어떤 단어가 특정 문서 내에서 얼마나 중요한 의미인지를 나타내는 통계적 수치로 제공되며, 문서의 핵심어 추출이나 순위를 결정하는 데 사용할 수 있음

### 1) 사전 구축

코퍼스에 대한 적절한 분석을 수행하기 위해서는 불필요한 단어는 가급적 배제하고 분석 목적에 맞는 기술 용어들에 초점을 맞출 필요가 있다. 따라서 정확한 기술 용어 도출을 위해 분석에 앞서 키워드 사전을 구축하는 작업을 우선적으로 수행했다. 이 과정을 통해 신규 기술명, 복합어, 한국어 기술명의 영어명 등의 분석용 사전을 구축했다.

사전 구축을 위해 13개의 ICT 유관 기관의 보고서(표 1-4)와 Kosen<sup>4)</sup>에 등록된 보고서를 검토해 ICT 기술 관련 키워드들을 추출한 뒤, 사전으로 구성(표 1-5)했다. 이때 구성한 사전은 총 1,367개의 키워드다. 또한 국내 논문과 해외 논문의 핵심어를 정리한 후 중복된 단어는 제거하고 사전에 추가하는 작업도 진행했다.

표 1-4. ICT 관련 동향보고서 검토 리스트

기관명		
정보통신정책연구원	한국인터넷진흥원	한국전파진흥협회
한국전자통신연구원	한국데이터산업진흥원	한국소프트웨어산업협회
정보통신산업진흥원	한국정보통신진흥협회	방송통신심의위원회
한국지능정보사회진흥원	한국정보통신기술협회	
한국방송통신전파진흥원	한국과학기술원	

표 1-5. ICT 관련 동향보고서 주요 키워드 리스트 예시

메신저RNA백신	행동 인터넷	책임감 있는 AI	데이터 스토리
GPT-3	전체 경험	유연 디스플레이	결정 인텔리전스
틱톡추천알고리즘	챗봇	원격근무	X분석
리튬고속배터리	분산 클라우드	화상회의	메타데이터
데이터트러스트	어디서나 운영	언택트 주문	데이터패브릭
친환경 수소에너지	사이버보안 메시	온라인 교육	텐저플 프로그램
디지털 추적	동형암호	5G	피지컬 코딩
초정밀 위치정보	인공지능 공학	6G	언플러그드 코딩
원격시대	초 자동화	스마트 홈	하이퍼오메이션
다재다능한 AI	마이크로빌리티	디지털치료제	단일칩시스템

4) 한민족과학기술자네트워크(<https://www.kosen21.org>)

ICT 동향보고서에서 확인된 주요 기술명을 상위 기술명으로 묶은 결과는 아래 표 1-6 이다.

표 1-6. 최종 ICT 주요 분야 키워드

빅데이터	데이터	인공지능	센서
클라우드	5G	6G	가상현실
사물인터넷	IoT	로봇	스마트시티
자율주행	드론	무인기	첨단소재
VR	증강현실	AR	3D
헬스케어	신약	지능형반도체	원격근무
신재생에너지	수소에너지	연료전지	스마트홈
위치정보	개인정보보호	사이버보안	컴퓨팅
화상회의	온라인교육	언택트	블록체인
모빌리티	보안	재택근무	
스마트팜	초개인화	네트워크	
가상융합	XR	양자암호통신	

## 2) 전처리 - 토큰화 및 어휘 일치

이후 두 단계에 걸쳐 코퍼스 전처리를 수행했다. 먼저 코퍼스 내의 텍스트를 알고리즘의 기초 분석 단위인 토큰으로 변환했다. 이 과정에서 조사나 띄어쓰기, 문장 부호, 번역어의 차이 등으로 어휘가 누락되지 않도록 정제 과정을 거쳤다. 띄어쓰기를 예로 들면, 코퍼스 내에서 ‘블록체인’과 ‘블록 체인’이라는 어휘가 둘 다 등장하는 경우 모두 ‘블록체인’으로 변환해 두 어휘가 서로 다른 것으로 간주되지 않도록 했다. 다음으로, 정제가 끝난 뒤 기존에 정의된 사전과의 비교를 통해 사전에 있는 어휘와 동일한 대상을 지칭하는 경우 사전에 있는 어휘로 통일하는 과정을 거쳤다.

또한, 영어 단어는 동의어가 다르게 처리되지 않도록 정제하는 과정을 거쳤다. 예를 들어, 코퍼스 내에 ‘AI’와 ‘artificial intelligence’가 함께 나오는 경우 모두 ‘AI’로 통일했다. 동의어 처리를 위해 구축한 최종 단어는 1,312개이며, 사전 구축 예시는 아래 표 1-7과 같다. 이를 통해 코퍼스를 국내 뉴스, 국내 논문, 해외 논문으로 각각 연도별로 묶어(2019, 2020, 2021) 3개씩, 총 9개의 분석 단위를 얻었다.

표 1-7. 동의어 사전 예시

표제어	동의어
AR	argumented reality
VR	virtual reality
XR	extended reality
AI	artificial intelligence
IBE	isopropanol-butanol-ethanol
CLG	chemical looping gasification
SAC	single-atom catalyst
TRR	triiodide reduction reaction
NMOF	nanoscale metal organic frameworks
FDCA	furandicaboxylic acid
DFT	density functional theory
CTD	comparative toxicogenomics database

## 3) TF-IDF 분석

이렇게 확보된 분석 단위에 대해, 정보검색이론에서 널리 활용되고 있는 TF-IDF(Term frequency-Inverse document frequency) 기법을 적용해 각 키워드별로 중요도 값을 산출했다. TF-IDF 기법을 적용할 경우 알고리즘이 여러 문서에 빈번하게 나오는 단어에 대해서는 일상 용어로 간주해 낮은 가중치를 부여하고, 적은 수의 문서에 가끔 나오는 단어는 정보성이 높은 용어로 간주해 높은 가중치를 부여하게 된다. 이렇게 되면 단순한 키워드들이 소거되고 주요 키워드의 가중치가 높아져 필요한 정보를 추출하는데 유용하게 활용할 수 있다.<sup>5)</sup>

5) 최수길, 김기영, 오진테, 미래 유망기술의 Weak Signal 탐지 방안, 한국전자통신연구원(ETRI), 2016.

#### 4) 연도 변화에 따른 TF-IDF 변화 분석

각각의 단어에 대해 얻은 TF-IDF값을 기반으로, 키워드별 TF-IDF 스코어의 연도별 변화율을 계산해 활용했다. 해당 보조지표들을 사용한 이유는 코어트렌드 선정 시 시간에 따른 중요도(TF-IDF 스코어) 변화를 고려하기 위함이다. 다만 2021년의 경우, 1월~6월까지 데이터만 사용했기 때문에 연도별 단순 비교 시 문제가 발생할 수 있어 전체 TF-IDF 값에 대한 상대값으로 계산해 연도별로 비교했다.

#### 5) 기술신호 분석

또한 코어트렌드를 적절하게 포착하기 위해 TF-IDF 분석에 이어 추가적으로 가시성(visibility)과 확산성(diffusion)을 기술신호 분석에 도입했다.

기술신호 분석에서는 빈도 기반의 매핑 방법론인 KEM(Keyword Emergence Map)과 KIM(Keyword Issue Map)<sup>6)</sup>을 적용했다. KEM과 KIM 매핑을 위해서는 DoV(Degree of visibility), DoD(Degree of Diffusion)라는 지표를 사용하는데, 두 지표는 키워드의 가시성(DoV)과 확산성(DoD)을 의미하며, 다음 수식에 따라 도출된다.

$$DoV_{ij} = \left( \frac{TF_{ij}}{NN_j} \right) \times [1 - tw \times (n - j)]$$

$$DoD_{ij} = \left( \frac{DF_{ij}}{NN_j} \right) \times [1 - tw \times (n - j)]$$

여기서  $TF_{ij}$ 와  $DF_{ij}$ 는 각 단어  $i$ 의 기간  $j$ 동안의 Term Frequency(TF)와 Document Frequency(DF)를 의미한다. 또한,  $NN_j$ ,  $tw$ ,  $n$ 은 각  $j$ 기간에 해당하는 문서 수, 시간 가중치, 총 기간 수를 의미한다. 본 분석에서는  $n$ 이 분석 연도 수에 해당하는 3이 되며,  $tw$ 값으로는 널리 사용되는 0.05를 사용했다.

6) J. Yoon, Detecting weak signals for long-term business opportunities using text mining of web news, Expert Systems with Applications, 2012.

빈도 기반의 매핑은 x축과 y축인 평면으로 표시하는 것으로, x축에는 평균단어빈도(average term frequency)를 나타내고, y축에는 DoV나 DoD의 평균 증가율로 나타낸다. 그리고 분면은 각 수치의 중위수(median)를 기준으로 나누며, 1사분면에는 평균단어빈도가 높으면서 DoV/DoD의 평균 증가율이 높은 경우인 강신호(strong signal), 2사분면은 평균단어빈도가 낮으면서 y축인 DoV/DoD의 평균 증가율이 높은 약신호(weak signal)가 된다. 3사분면에는 아직 크게 두드러지지 않은 잠재된 신호(latent signal)로 구분할 수 있으며, 4사분면에 위치한 키워드는 단어빈도수는 높으나 증가율이 높지 않은 키워드들로 이미 많은 이들이 익숙하게 알고 있지만 현 시점에서 DoV/DoD의 평균 증가율이 둔화된 키워드(Not strong but well known signal)로 구분된다.

매핑에는 상위 키워드(연도별 TF-IDF 스코어 및 기술신호 지표 기준)로 한 번 이상 등장한 키워드 중에서 DoV/DoD 증가율이 중위값 이상 키워드만 사용하였다. KEM과 KIM은 강신호를 기반으로 각각 x축에 평균 TF를 y축에 DoV 증가율, DoD 증가율을 도식화해 구축했다.

#### 6) 최종 코어트렌드 도출

국내 뉴스, 국내외 학술논문 등의 데이터에서 TF-IDF 분석, 기술신호 분석 등으로 도출된 기술명을 종합해 각각의 코어트렌드를 도출하고 종합적으로 검토를 거친 후 최종 코어트렌드를 확정했다.

본 챕터에서는 연도별 결과를 기반으로 키워드의 TF-IDF 스코어의 변화를 확인했다.

1. 연도별 결과

최근 3년 기간에 대해 TF-IDF 스코어를 계산하고 순위를 정한 결과는 그림 II-1, 그림 II-2, 그림 II-3과 같다. 국내 뉴스에서는 ‘클러스터’ 관련 기술에 대한 관심이 전 기간에 걸쳐 상위에 위치했으며, 그 외 기술은 순위 변화만 있다. 특히 2021년에는 ‘혼합현실’이 4위에 위치하며 전년보다 더욱 관심을 받았으며, ‘데이터플랫폼’의 경우 2019, 2020년에는 10위였으나 2021년에는 3위로 오른 것이 특징이다.

국내 논문에서는 2021년 ‘혼합현실’과 ‘클라우드’가 새롭게 등장했고, ‘감성분석’은 10위권에서 밀려났다. ‘CNN’, ‘증강현실’, ‘인공지능’, ‘사물인터넷’, ‘가상현실’, ‘블록체인’ 등의 기술은 매년 상위에 있으며, 특히 ‘CNN’은 3년 연속 1위를 위치하며 높은 관심을 보였다. 그 외 ‘머신러닝’과 ‘DNN’은 비슷한 순위를 유지했다.

그림 II-1. 연도별 국내 뉴스 상위 키워드

2019	2020	2021
클러스터	양자암호통신	클러스터
양자암호통신	클러스터	스마트팜
양자컴퓨터	스마트팜	데이터플랫폼
스마트팜	온프레미스	혼합현실
온프레미스	양자컴퓨터	양자암호통신
퀀텀닷	퀀텀닷	라이다
빔포밍	디지털헬스케어	디지털헬스케어
머신비전	혼합현실	온프레미스
디지털헬스케어	라이다	양자컴퓨터
데이터플랫폼	데이터플랫폼	퀀텀닷

그림 II-2. 연도별 국내 논문 상위 키워드

2019	2020	2021
CNN	CNN	CNN
증강현실	인공지능	증강현실
사물인터넷	사물인터넷	인공지능
인공지능	증강현실	가상현실
블록체인	가상현실	사물인터넷
가상현실	블록체인	블록체인
감성분석	머신러닝	혼합현실
머신러닝	감성분석	머신러닝
ANN	DNN	DNN
DNN	스마트팩토리	클라우드

해외 논문에서는 2020년 새롭게 등장한 '디지털트윈'이 2021년 10위에서 4위로 증가했을 정도로 확인한 상승세를 보였고, '증강현실', '가상현실', '감성분석'은 꾸준히 상위권을 유지했다. 반면 9위를 유지하던 '실리콘 관통전극'은 10위권 밖으로 밀려났고 'DNN'도 1위를 유지하다가 2021년 5위로 떨어졌다. 2021년 '디지털전환'이 새롭게 등장했고, '이미지 세그멘테이션', '강화학습', '신뢰할 수 있는 인공지능'은 비슷한 순위를 유지했다.

국내 뉴스와 국내/해외논문은 공통적으로 데이터플랫폼과 가상현실 분야에 많은 관심을 보였다. 하지만 국내 뉴스가 스마트 제조, 모빌리티, 디지털 백신에 많은 관심을 가진 것에 비해 국내 논문은 기계학습, 딥러닝, 블록체인에 더 높은 중요도를 보이는 것으로 나타났다. 국내 논문과 해외 논문은 가상현실, 딥러닝, 기계학습 분야에 공통적으로 많은 관심을 가진 것으로 조사됐다. 하지만 해외 논문에서는 '디지털트윈', '신뢰할 수 있는 인공지능'에 대한 연구가 중요하게 나타나면서 국내 논문과 차이를 보였다.

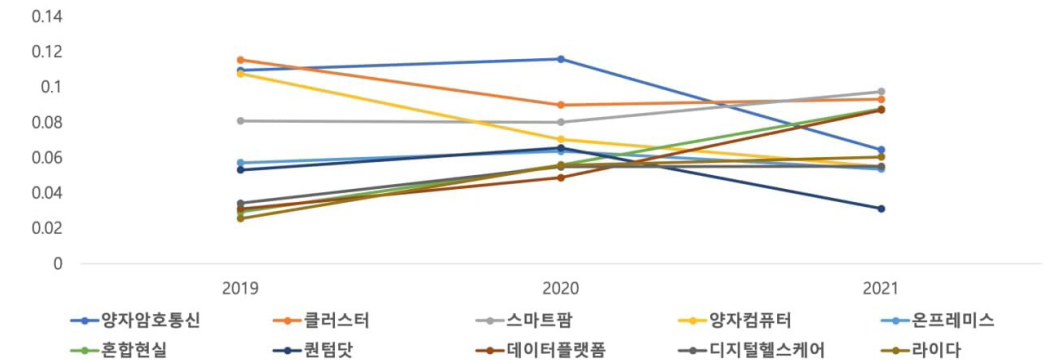
그림 II-3. 연도별 TF-IDF 스코어 기준 해외 논문 상위 키워드

2019	2020	2021
DNN	DNN	증강현실
감성분석	감성분석	가상현실
증강현실	증강현실	감성분석
가상현실	가상현실	디지털트윈
머신러닝	머신러닝	DNN
신뢰할 수 있는 인공지능	신뢰할 수 있는 인공지능	신뢰할 수 있는 인공지능
이미지 세그멘테이션	이미지 세그멘테이션	머신러닝
강화학습	강화학습	이미지 세그멘테이션
실리콘 관통전극	실리콘 관통전극	강화학습
밀리미터 파	디지털트윈	디지털전환

## 2. 연도별 변화

다음으로 국내 뉴스, 국내/해외 학술논문 등에서 상위권에 언급된 기술명의 TF-IDF 스코어 변화를 확인했다. 이때 연도별 단순 TF-IDF 값을 비교할 경우 2021년도는 6월까지의 결과이므로 해석의 문제가 발생한다. 따라서 연도별 전체 키워드의 TF-IDF 수치의 합에 대한 해당 키워드의 TF-IDF 값을 나누는 것으로 비교했다. 먼저 뉴스에서의 코어트렌드 키워드 10개의 변화는 그림 II-4와 같다.

그림 II-4. 연도별 국내 뉴스 코어트렌드 키워드 TF-IDF 스코어 추이



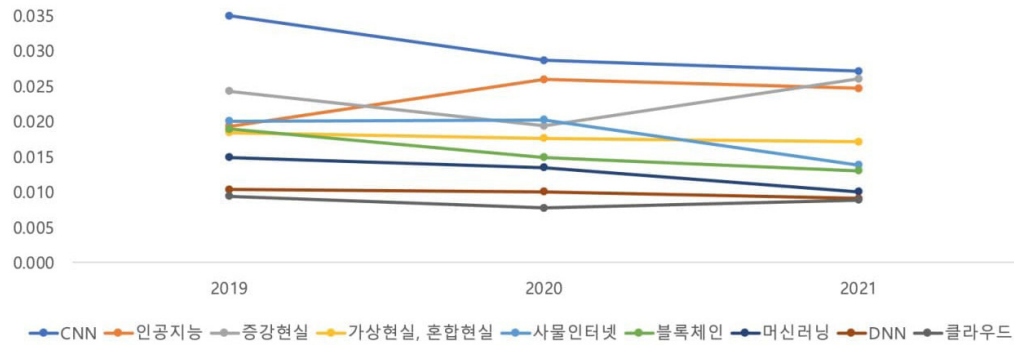
'혼합현실', '데이터플랫폼', '라이다'는 꾸준히 증가하는 추세이며, '디지털헬스케어', '스마트팜' 등은 관심이 유지되는 양상이다. 그리고 '양자컴퓨터'는 감소 추세를 보였으며 2021년에 들어 '양자암호통신', '퀀텀닷' 등은 감소 추세를 나타냈다.

표 II-1. 연도별 국내 뉴스 코어트렌드 키워드 TF-IDF 비율

단위: %

구분	2019	2020	2021
양자암호통신	0.109	0.116	0.064
클러스터	0.115	0.090	0.093
스마트팜	0.081	0.080	0.097
양자컴퓨터	0.107	0.070	0.055
온프레미스	0.057	0.064	0.053
혼합현실	0.029	0.056	0.087
퀀텀닷	0.053	0.065	0.031
데이터플랫폼	0.031	0.049	0.087
디지털헬스케어	0.034	0.055	0.055
라이다	0.025	0.056	0.060

그림 II-5. 연도별 국내 논문 코어트렌드 키워드 TF-IDF 스코어 추이



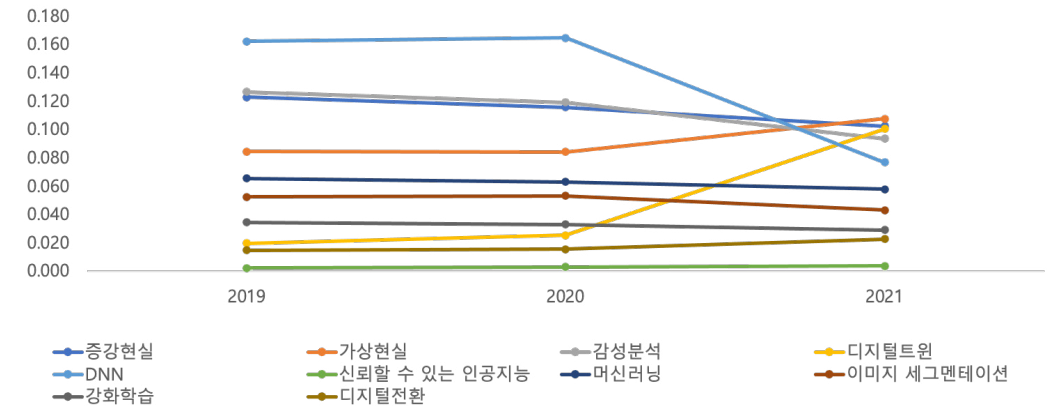
다음으로 국내 논문에서의 코어트렌드 키워드 10개의 변화는 그림 II-5와 같다. ‘증강현실’, ‘클라우드’는 2020년에 소폭 감소 후 2021년에 들어 다시 증가하는 추세를 보였으며, ‘CNN’, ‘블록체인’, ‘머신러닝’ 등은 관심이 줄어들고 있었다. 그 외 ‘가상현실’, ‘혼합현실’, ‘DNN’은 비율에 큰 변화없이 비슷하게 유지했다.

표 II-2. 연도별 국내 논문 코어트렌드 키워드 TF-IDF 비율

단위: %

구분	2019	2020	2021
CNN	0.035	0.029	0.027
인공지능	0.019	0.026	0.025
증강현실	0.024	0.019	0.026
가상현실	0.018	0.018	0.017
사물인터넷	0.020	0.020	0.014
블록체인	0.019	0.015	0.013
혼합현실	0.018	0.018	0.017
머신러닝	0.015	0.013	0.010
DNN	0.010	0.010	0.009
클라우드	0.009	0.008	0.009

그림 II-6. 연도별 해외 논문 코어트렌드 키워드 TF-IDF 스코어 추이



해외 논문에서의 코어트렌드 키워드 10개 변화는 그림 II-6과 같다. 2021년에 들어서 ‘디지털트윈’은 다른 기술에 비해 크게 증가했으며, ‘DNN’의 경우 감소했다. 그 외 ‘신뢰할 수 있는 인공지능’, ‘디지털전환’은 지속적으로 증가하고 있으며, ‘감성분석’, ‘증강현실’, ‘머신러닝’, ‘강화학습’ 등은 비율이 낮아지고 있다.

표 II-3. 연도별 해외 논문 코어트렌드 키워드 TF-IDF 비율

단위: %

구분	2019	2020	2021
증강현실	0.123	0.116	0.102
가상현실	0.084	0.084	0.108
감성분석	0.126	0.119	0.094
디지털트윈	0.020	0.025	0.100
DNN	0.162	0.165	0.077
신뢰할 수 있는 인공지능	0.002	0.003	0.004
머신러닝	0.065	0.063	0.058
이미지 세그멘테이션	0.052	0.053	0.043
강화학습	0.035	0.033	0.029
디지털전환	0.015	0.016	0.023

### 3. 2021년 상위 키워드 비교

TF-IDF 기법을 적용해 얻은 2021년 국내 뉴스 및 국내/ 해외 논문 상위 키워드는 그림 II-7과 같다. 뉴스 및 논문에서의 TF-IDF 스코어 기준 2021년 상위 키워드는 확연한 차이가 있었다. 먼저, 국내 뉴스와 논문 모두에서 공통적으로 나왔던 키워드는 ‘혼합현실’이 유일했고, 국내와 해외 논문의 공통적인 키워드도 ‘증강현실’, ‘가상현실’, ‘머신러닝’ 뿐이었다. 차이를 확인해 보면, 국내 뉴스 상위 키워드에는 데이터플랫폼(‘데이터플랫폼’, ‘클러스터’, ‘온프레미스’)과 관련된 키워드가 많았다. 국내와 해외 논문은 공통적으로 딥러닝과 가상현실 관련된 키워드가 많았는데, 국내와 달리 해외 논문 상위 키워드에는 ‘신뢰할 수 있는 인공지능’, ‘디지털트윈’이 포함된 것을 확인할 수 있다. 또한, 해외 논문 상위 키워드에는 기계학습(‘감성분석’, ‘머신러닝’, ‘강화학습’)과 관련된 키워드도 많이 나타났다.

그림 II-7. TF-IDF 스코어 기준 2021년 상위 키워드

국내 뉴스	국내 논문	해외 논문
클러스터	CNN	증강현실
스마트팜	증강현실	가상현실
데이터플랫폼	인공지능	감성분석
혼합현실	가상현실	디지털트윈
양자암호통신	사물인터넷	DNN
라이다	블록체인	신뢰할 수 있는 인공지능
디지털헬스케어	혼합현실	머신러닝
온프레미스	머신러닝	이미지 세그멘테이션
양자컴퓨터	DNN	강화학습
퀀텀닷	클라우드	디지털전환

뉴스 및 논문 분석 결과에서 TF-IDF 스코어 기준 상위 키워드와 보조지표 기준 상위 키워드가 매우 흡사하여 보조지표 기준 상위 키워드에 대한 분석 결과는 제외했다.

본 챕터에서는 기술신호 분석 결과를 중심으로 정리하였다. 또한 앞서 TF-IDF에서 도출된 키워드와 기술신호 분석에서 도출된 키워드를 종합한 후 최종 분야별 코어트렌드를 제시했다. 최종 코어트렌드는 카테고리 10개로 구분되었으며 “HRI, 컴퓨터 비전, 딥러닝, 기계학습, 데이터플랫폼, 블록체인, 디지털 백신, 모빌리티, 스마트 제조, 가상현실”이다.

**1. 국내 뉴스 DoV/ DoD 결과**

국내 뉴스 키워드를 중심으로 단어 빈도와 연도별 증가율을 고려한 DoV/DoD를 분석한 결과는 표 III-1, III-2와 같다. 본 분석에서 도출하고자 하는 코어트렌드 영역인 강신호의 기술을 중심으로 보면, ‘생체인식’과 ‘실감기술’을 제외하면 전반적으로 강신호 키워드는 DoV나 DoD에서 비슷하게 나타났다. 그리고 TF-IDF의 상위 스코어 기술명과 유사하다. 반면, ‘실감기술’, ‘인슈어테크’, ‘생체인식’의 경우 TF-IDF 스코어 상위 순위에 없던 기술이 확인되었다. 이는 TF-IDF는 단어 빈도와 문서 수 기반이지만 DoV/DoD는 연도별 증가율을 반영하기 때문이다.

표 III-1. 국내 뉴스 DoV 기반 키워드 이슈맵 주요 키워드

강신호	약신호	잠재신호	강하지 않지만 잘 알려진 신호
스마트팜	DNN	클러스터	전이학습
온프레미스	애그테크	양자암호통신	피지컬코딩
혼합현실	데이터패브릭	양자컴퓨터	감성분석
데이터플랫폼	홀로그램 텔레프레즌스	퀀텀닷	어그테크
디지털헬스케어	바이오인식	머신비전	워드클라우드
라이다	양자센서	컴퓨터비전	몰입형 가상현실
인슈어테크	어노테이션	빔포밍	라이파이
도심항공모빌리티	무인운반차	생체인식	자유발화
실감기술	신뢰할 수 있는 인공지능	임베디드	엘모(언어모델)
디지털치료제	3D 프린팅	오가노이드(organoid)	토픽모델링

표 III-2. 국내 뉴스 DoD 기반 키워드 이슈맵 주요 키워드

강신호	약신호	잠재신호	강하지 않지만 잘 알려진 신호
클러스터	실감기술	전이학습	양자암호통신
온프레미스	대체불가능한 토큰	감성분석	퀀텀닷
데이터플랫폼	바이오인식	분산클라우드	양자컴퓨터
혼합현실	무인운반차	워드클라우드	컴퓨터비전
디지털헬스케어	양자센서	라이파이	임베디드
스마트팜	신뢰할 수 있는 인공지능	몰입형 가상현실	빔포밍
라이다	어노테이션	어그테크	머신비전
생체인식	3D 프린팅	피지컬코딩	스마트그리드
인슈어테크	홀로그램 텔레프레즌스	데이터패브릭	홍채인식
도심항공모빌리티	애그테크	토픽모델링	지능형반도체

국내 뉴스에서 강신호를 보이는 주요 기술에 대한 DoV 이슈맵을 구성한 결과, ‘도심항공모빌리티’는 평균 단어빈도는 낮지만 DoV 증가율이 높아 좌측 상단에 위치한 반면, ‘스마트팜’은 평균 단어빈도는 높고 DoV 증가율은 낮아서 우측 하단에 위치했다. ‘혼합현실’, ‘데이터플랫폼’, ‘라이다’, ‘디지털헬스케어’, ‘온프레미스’는 비슷한 위치에서 강신호를 띠는 것으로 나타났다.

그림 III-1. 국내 뉴스 DoV 강신호 기반 키워드 이슈맵

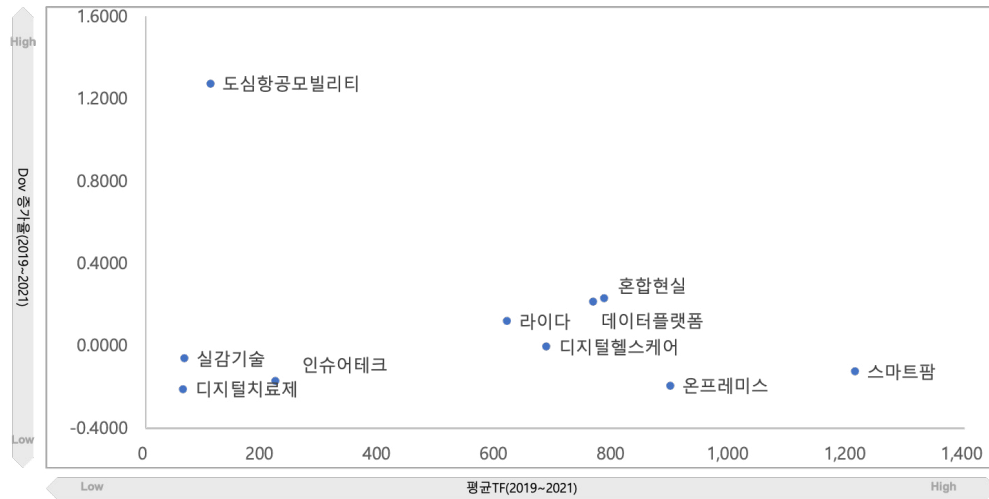


표 III-3. 국내 뉴스 DoV 기반 강신호 키워드

단위: 건, %

단어	총 단어빈도	평균 단어빈도	DoV 증가율
스마트팜	3,638	1,213	-0.1235
온프레미스	2,689	896	-0.1920
혼합현실	2,352	784	0.2327
데이터플랫폼	2,294	765	0.2160
디지털헬스케어	2,055	685	-0.0040
라이다	1,851	617	0.1208
인슈어테크	665	222	-0.1707
도심항공모빌리티	332	111	1.2755
실감기술	200	67	-0.0599
디지털 치료제	191	64	-0.2090

DoV증가율: -0.4000 이상

국내 뉴스에서 강신호를 보이는 주요 기술에 대한 DoD 이슈맵을 구성한 결과, ‘도심항공모빌리티’는 평균 문서빈도가 낮고 DoD 증가율은 높아 DoV 이슈맵과 같이 좌측 상단에 위치했다. 반면, ‘스마트팜’은 평균 문서빈도가 높지 않고 DoD 증가율이 낮아 ‘데이터플랫폼’, ‘혼합현실’, ‘디지털헬스케어’와 비슷한 곳에서 나타났다. ‘인슈어테크’, ‘생체인식’, ‘라이다’는 평균 문서빈도가 낮고 DoD 증가율도 낮아 0과 가까운 곳에 위치했다.

그림 III-2. 국내 뉴스 DoD 강신호 기반 키워드 이슈맵

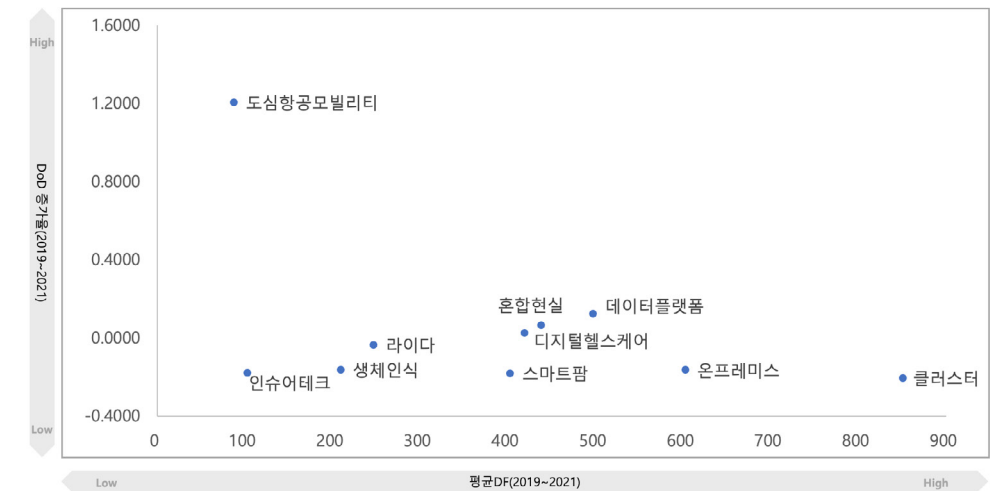


표 III-4. 국내 뉴스 DoD 기반 강신호 키워드

단위: 건, %

단어	총 문서빈도	평균 문서빈도	DoD 증가율
클러스터	2,522	851	-0.2062
온프레미스	1,807	602	-0.1651
데이터플랫폼	1,491	497	0.1217
혼합현실	1,314	438	0.0629
디지털헬스케어	1,257	419	0.0245
스마트팜	1,208	403	-0.1829
라이다	741	247	-0.0360
생체인식	628	209	-0.1642
인슈어테크	308	103	-0.1804
도심항공모빌리티	262	87	1.2043

DoD증가율: -0.4000 이상

## 2. 국내 논문 DoV/ DoD 결과

국내 논문의 DoV와 DoD 분석결과는 표 III-5, III-6과 같다. 국내 논문도 DoV와 DoD 기반 강신호 키워드는 유사하게 나타났다. 하지만 국내 논문 TF-IDF 스코어 기준 키워드와는 달리 ‘스마트팩토리’, ‘컴퓨터비전(오디오인식)’, ‘강화학습’, ‘어텐션 메커니즘’이 주요 키워드로 등장했다.

표 III-5. 국내 논문 DoV 기반 키워드 이슈맵 주요 키워드

강신호	약신호	잠재신호	강하지 않지만 잘 알려진 신호
CNN	자연어처리	전이학습	사물인터넷
인공지능	인간-로봇 상호작용	무인이동체	블록체인
증강현실	배달앱	마이크로그리드	머신러닝
가상현실	자율 수중로봇	초광대역 무선기술	감성분석
DNN	비디오 관리 시스템	융착조형공정	인공신경망
클라우드	신뢰할 수 있는 인공지능	자율주행	제조운영 기술
스마트팩토리	네트워크 가상화	자동화 머신러닝	메타데이터
혼합현실	지능형 교통시스템	데이터마이닝	디지털트윈
컴퓨터비전 (오디오 인식)	양자컴퓨팅	설명가능한 인공지능	시모스
강화학습	시맨틱웹	비교독성 유전자데이터베이스	순환 신경망

표 III-6. 국내 논문 DoD 기반 키워드 이슈맵 주요 키워드

강신호	약신호	잠재신호	강하지 않지만 잘 알려진 신호
CNN	자연어처리	전이학습	사물인터넷
증강현실	개인 항공기	초광대역 무선기술	머신러닝
인공지능	인간-로봇 상호작용	무인이동체	가상현실
DNN	신뢰할 수 있는 인공지능	자율주행	감성분석
컴퓨터비전(오디오 인식)	네트워크 가상화	융착조형공정	블록체인
클라우드	자율 수중로봇	데이터 마이닝	제조운영 기술
스마트팩토리	지능형 교통시스템	자동화 머신러닝	인공신경망
혼합현실	양자컴퓨터	PIM 반도체	시모스
강화학습	시맨틱웹	설명가능한 인공지능	메타데이터
어텐션 메커니즘	배달앱	비교독성 유전자데이터베이스	사물인터넷

국내 논문의 DoV 분석 결과 강신호를 보이는 키워드 이슈맵은 그림 III-3과 같다. ‘CNN’은 평균 단어빈도는 높지만 DoV 증가율은 낮게 나타난 반면, ‘혼합현실’은 평균 단어빈도가 낮고 DoV 증가율이 높게 나타났다. ‘인공지능’과 ‘증강현실’은 평균 단어빈도가 높고 DoV 증가율도 높아 그림의 우측 상단에 위치했다.

그림 III-3. 국내 논문 DoV 강신호 기반 키워드 이슈맵

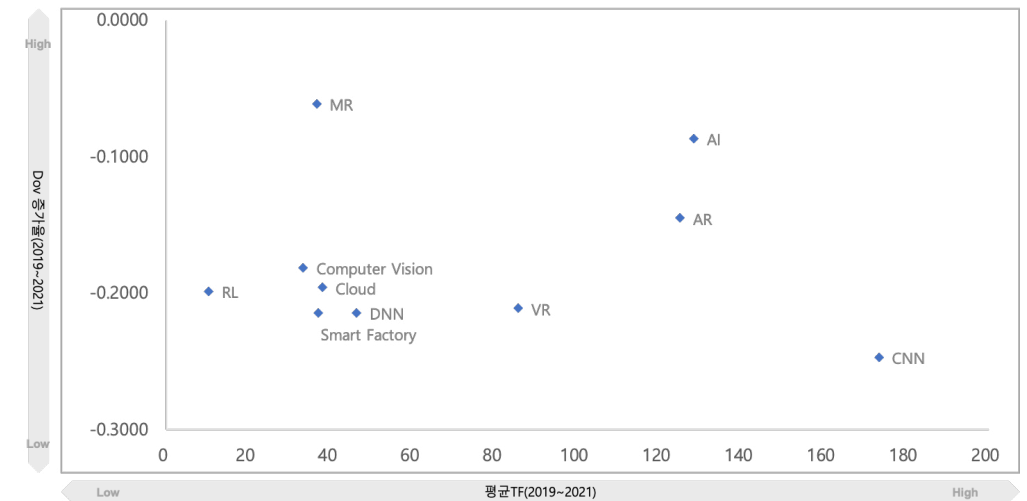


표 III-7. 국내 논문 DoV 기반 강신호 키워드

단위: 건, %

단어	총 단어빈도	평균 단어빈도	DoV 증가율
CNN	520	173	-0.2470
인공지능(AI)	385	128	-0.0866
증강현실(VR)	375	125	-0.1450
가상현실(AR)	257	86	-0.2111
DNN	139	46	-0.2145
클라우드(Cloud)	114	38	-0.1959
스마트팩토리(Smart Factory)	111	37	-0.2145
혼합현실(MR)	110	37	-0.0613
컴퓨터비전(Computer Vision)	100	33	-0.1813
강화학습(RL)	31	10	-0.1988

DoD 증가율: -0.3000 이상

국내 논문에서 DoD 분석 결과 강신호를 보이는 키워드의 이슈맵은 아래와 같다. ‘CNN’, ‘인공지능’, ‘증강현실’, ‘혼합현실’은 앞서 본 DoV 기반 키워드 이슈맵과 비슷한 곳에 위치했고 ‘어텐션 메커니즘’은 평균 문서빈도가 낮고 DoD 증가율도 낮아서 그림 좌측 하단에 위치했다.

그림 III-4. 국내 논문 DoD 강신호 기반 키워드 이슈맵

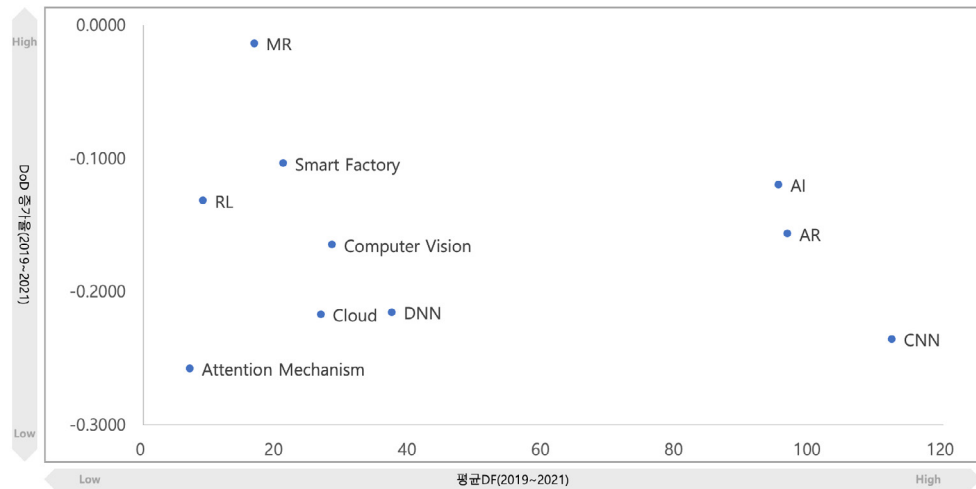


표 III-8. 국내 논문 DoD 기반 강신호 키워드

단어	총 문서빈도	평균 문서빈도	DoV 증가율
CNN	337	112	-0.2356
증강현실(VR)	290	97	-0.1566
인공지능(AI)	286	95	-0.1196
DNN	112	37	-0.2154
컴퓨터비전(Computer Vision)	85	28	-0.1649
클라우드(Cloud)	80	27	-0.2170
스마트팩토리(Smart Factory)	63	21	-0.1037
혼합현실(MR)	50	17	-0.0135
강화학습(RL)	27	9	-0.1317
어텐션 메커니즘 (Attention Mechanism)	21	7	-0.2577

DoV 증가율: -0.3000 이상

### 3. 해외 논문 DoV/ DoD 결과

해외 논문은 DoV와 DoD 기반 강신호 키워드가 매우 상이하게 나타났다. 공통적으로 나타난 키워드는 ‘가상현실’, ‘이미지 세그멘테이션’, ‘인간-로봇 상호작용’ 뿐이었다. 해외 논문 TF-IDF 스코어 상위 키워드와 비교하면 DoD 기반 강신호 키워드와 유사하나 DoV 기반 강신호에서는 다른 결과를 보였다.

표 III-9. 해외 논문 DoV 기반 키워드 이슈맵 주요 키워드

강신호	약신호	잠재신호	강하지 않지만 잘 알려진 신호
가상현실	증강현실	DNN	감성분석
이미지 세그멘테이션	머신러닝	디지털트윈	밀리미터 파
인간-로봇 상호작용	강화학습	혼합현실	디지털전환
뇌-컴퓨터 인터페이스	실리콘 관통전극	V2X	탄소 포집 활용
마이크로그리드	확장현실	개인 항공기	딥페이크
mRNA백신	자연어처리	비교독성유전자데이터베이스	설명 가능한 인공지능
디지털치료제	양자 암호키 분배	분산형 파일 시스템	엘모(언어모델)
대체불가능한 토큰	옛지 컴퓨팅	디지털 화폐	개체명 인식
실감기술	용착조형공정	자동화 머신러닝	메타버스
행동 인터넷	e-러닝	스마트카	양자정보통신

표 III-10. 해외 논문 DoD 기반 키워드 이슈맵 주요 키워드

강신호	약신호	잠재신호	강하지 않지만 잘 알려진 신호
감성분석	주소 필터링 내보내기(웹 보안)	비교독성유전자데이터베이스	DNN
증강현실	설명 가능한 인공지능	옛지 컴퓨팅	밀리미터 파
머신러닝	탄소 포집 활용	양자 암호키 분배	실리콘 관통전극
신뢰할 수 있는 인공지능	분산형 파일 시스템	딥페이크	뇌-컴퓨터 인터페이스
가상현실	엘모(언어모델)	대체불가능한 토큰	마이크로그리드
이미지 세그멘테이션	자동화 머신러닝	용착조형공정	V2X
강화학습	디지털치료제	3D 프린팅	자연어처리
인간-로봇 상호작용	스마트카	행동 인터넷	mRNA백신
디지털트윈	엔터프라이즈 서비스 버스	양자컴퓨터	확장현실
혼합현실	실감기술	개체명 인식	모빌리티

해외 논문에서 강신호를 보이는 키워드로 DoV 이슈맵을 구성한 결과는 아래 그림과 같다. ‘행동인터넷’과 ‘대체불가능한 토큰’은 평균 단어빈도가 낮고 DoV 증가율도 낮은 반면 ‘가상현실’과 ‘이미지 세그멘테이션’은 평균 단어빈도가 높고 DoV 증가율도 높게 나타났다. ‘실감기술’, ‘디지털치료제’, ‘인간-로봇 상호작용’, ‘뇌-컴퓨터 인터페이스’, ‘mRNA백신’, ‘마이크로그리드’는 평균 단어빈도가 낮게 나타났고 그 중에 ‘실감기술’은 DoV 증가율이 높아 그림의 좌측 상단에 위치했다.

그림 III-5. 해외 논문 DoV 강신호 기반 키워드 이슈맵

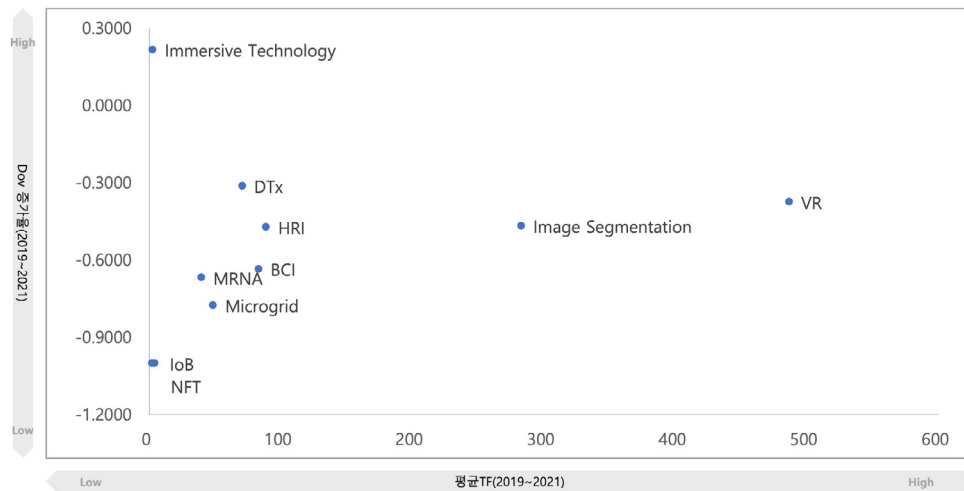


표 III-11. 해외 논문 DoV 기반 강신호 키워드

단위: 건, %

단어	총 단어빈도	평균 단어빈도	DoV
가상현실(VR)	1,460	487	-0.3740
이미지 세그멘테이션 (Image Segmentation)	849	283	-0.4673
인간-로봇 상호작용(HRI)	267	89	-0.4717
뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI)	250	83	-0.6338
마이크로그리드(Microgrid)	146	49	-0.7750
mRNA백신(MRNA)	119	40	-0.6676
디지털치료제(DTx)	23	8	-0.0345
대체불가능한 토큰(NFT)	12	4	-1.0000
실감기술 (Immersive Technology)	8	3	0.2164
행동 인터넷(IoB)	7	2	-1.0000

DoV 증가율: -1.2000 이상

아래 그림은 해외 논문에서 강신호를 보이는 키워드로 DoD 이슈맵을 구성한 결과이다. ‘디지털트윈’은 높은 DoD 증가율로 그림의 좌측 상단에 위치했고 ‘감성분석’과 ‘증강현실’은 평균 문서빈도가 높아 그림의 우측 하단에 위치했다. ‘가상현실’과 ‘이미지 세그멘테이션’의 평균 문서빈도는 평균 단어빈도보다 낮게 나타났으며 DoD 증가율도 DoV 증가율 보다 낮은 값을 보였다.

그림 III-6. 해외 논문 DoD 강신호 기반 키워드 이슈맵

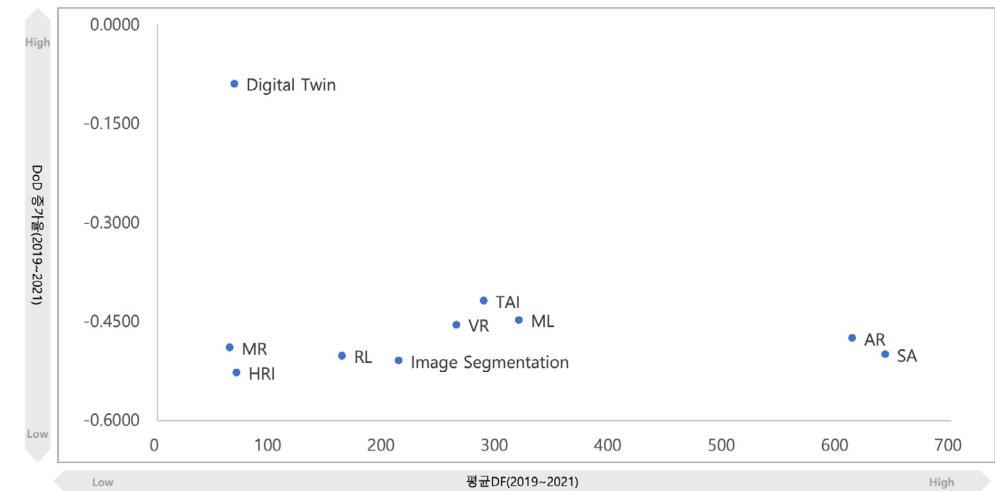


표 III-12. 해외 논문 DoD 기반 강신호 키워드

단위: 건, %

단어	총 문서빈도	평균 문서빈도	DoD
감성분석(SA)	1,925	642	-0.5001
증강현실(VR)	1,839	613	-0.4755
머신러닝(ML)	958	319	-0.4481
신뢰할 수 있는 인공지능(TAI)	863	288	-0.3038
가상현실(AR)	793	264	-0.4551
이미지 세그멘테이션 (Image Segmentation)	639	213	-0.5098
강화학습(RL)	489	163	-0.5021
인간-로봇 상호작용(HRI)	210	70	-0.5278
디지털트윈(Digital Twin)	205	68	-0.0895
혼합현실(MR)	192	64	-0.4900

DoD 증가율: -0.6000 이상

#### 4. 2022 코어트렌드 선정 결과

앞선 분석 결과를 종합하여 최종적으로 2022 코어트렌드를 선정하기 위해 아래의 단계를 거쳤다.

첫째, 국내 뉴스와 국내/해외 논문 코퍼스에 대한 분석 결과를 통해 도출된 순위(TF-IDF 스코어 기준)와 KEM, KIM 매핑 결과를 종합적으로 참고해 우선순위를 선정했다. 구체적으로는, TF-IDF 스코어 순위가 높았던 키워드와 DoV/DoD의 강신호 키워드의 비교를 통해 중복된 키워드는 제거 후 키워드를 검토했다. 최종 남은 단어는 분야별 전문가의 검수와 자문을 통해 선정 및 코어트렌드 기술에 대한 타당성을 확인했다. 이를 통해 최종 도출된 코어트렌드 단어는 표 III-13과 같다.

표 III-13. 코어트렌드 도출 키워드

인간-로봇 상호작용	디지털치료(제)	CNN	감성분석
뇌-컴퓨터 인터페이스	이미지 세그멘테이션	DNN	대체 불가능한 토큰
온프레미스	행동 인터넷	스마트팜	혼합현실
데이터플랫폼	인슈어테크	마이크로그리드	실감기술
클러스터	컴퓨터비전 (오디오 인식)	스마트 팩토리	가상현실
클라우드	라이다	머신러닝	증강현실
디지털 헬스케어	도심항공 모빌리티	어텐션 메커니즘	디지털트윈
mRNA백신	신뢰할 수 있는 인공지능	강화학습	

그림 III-7. 코어트렌드 키워드 및 카테고리



범례

- 국내뉴스
- 해외논문
- 국내뉴스+해외논문
- 국내논문
- 국내논문+해외논문
- 국내뉴스+국내논문

① 인간-로봇 상호작용 전문가 인터뷰

2022 코어트렌드 중 인간-로봇 상호작용(HRI)에 대한 주제는 해외에서는 강신호로 많은 연구가 이루어지고 있지만, 국내 언론과 연구진 사이에서는 아직 관심이 미비한 편이다. HRI에 대한 전망과 국내 기술 활성화 방안을 도출하기 위해 관련 분야 전문가들과의 심층 대화를 진행했다.

일시 2021년 9월 30일 오후 7시~8시 30분 김장현 교수 성균관대 인터랙션사이언스학과  
 장소 비대면 화상 회의 박재홍 교수 서울대 융합과학기술대학원  
 이상원 교수 성균관대 인터랙션사이언스학과  
 (이상 가나다 순)



온라인 토론회 장면 - 사진 왼쪽부터 김장현 교수, 이상원 교수, 박재홍 교수 순

인간-로봇 상호작용 정의

‘물리적 인간-로봇 상호작용과 사회적 인간-로봇 상호작용’

**박재홍** 로봇 관련 연구를 하는 입장에서 ‘physical human-robot interaction’ 이라는 것은 실질적으로 로봇과 사람이 물리적인 협업처럼 직접적인 접촉이 있는 경우라 볼 수 있습니다. 더 넓은 의미로 보면 ‘social human-robot interaction’ 이라고 해서 지보(Jibo)처럼 사람과 시를 가진 로봇이 상호작용하는 것이라고 정의할 수 있습니다.

**이상원** HCI<sup>7)</sup> 학문이 컴퓨팅 디바이스를 모두 포함하기에 HRI보다는 더 넓은 개념에 속합니다. 먼저 컴퓨터가 어떤 식으로 발전하고 있는지를 보면, 로봇과 인공지능에 대한 정의가 내려지고, 그 확장 속에 인간-로봇 상호작용과 인간-AI 상호작용이 정의될 수 있습니다. 즉, 컴퓨터가

7) 인간-컴퓨터 상호작용(Human-Computer Interaction)

인공지능의 형태로 확장되고, 로봇의 경우 인공지능을 기저에 두고 실제 사람의 모습과 비슷해 지거나 사람과의 상호작용이 훨씬 활발해지는 방향으로 확장될 가능성이 매우 큽니다.

옛날에는 로봇이 단순히 프로그래밍 된 것, 혹은 산업혁명이 일어나는 시기에 물리적인 움직임을 대신해 주는 역할이었는데, 로봇의 정의가 시대에 따라 달라진다고 봤을 때, 오늘날에는 훨씬 지능화가 되고 있고, 사람의 일을 대체하며 이미 사람의 능력을 넘어선 상태에서 감정적 교류와 추론적 사고까지 기대할 만한 수준으로 가고 있다는 생각이 듭니다.

사회의 한 구성원으로서 로봇, 컴퓨터나 인공지능 시스템을 받아들여야 한다고 봤을 때, 상호작용의 현상은 굉장히 중요하고 다양하게 등장할 것입니다. 결론적으로 사람의 삶을 더 잘 이해하는 똑똑한 컴퓨터의 활용이 우리의 삶의 패러다임을 바꾸게 될 것이라는 게 ‘인터랙션’의 새로운 정의가 될 것입니다.

**박재홍** 아주 오래지 않았는데, CHI<sup>8)</sup>에서 분리되어 HRI 학회가 생겼습니다. 원래 HRI가 훨씬 광범위한 학회이고, 거기에서 로봇 관련 연구를 하는 사람들이 나와서 만든 것이 이상원 교수님께서 말씀하신 HCI입니다.



박재홍 교수(서울대)

협동로봇 개발 동향

그런데 제가 생각하기에는 컴퓨터에서 나온 로봇은 인공지능이 더 강조된 것이고, 제가 말씀드렸던 것은 소셜 HRI가 더 강조되는 것 같습니다. 왜냐하면, 로봇이 인공지능이고 여기에 물리적인 형태가 있는 것을 HRI로 생각하는데, 소셜 HRI의 경우 이와는 조금 다른 개념입니다. 예를 들어 옛날에는 혼자서 일을 하는 공장형 로봇이 있었는데, 요즘에는 사람과 같이 일을 하는 협동 로봇(collaborative robot)이 존재합니다. 보통 협동 로봇을 연구할 때, 로봇 안의 인공지능보다는 사람과의 효율적인 협업 방법과 물리적인 접촉이 발생했을 때 다치지 않을 방법에 대해서 더 많이 연구합니다. 이렇듯 두 가지 갈래가 공존하고 있는 것이 현 상황입니다.

8) CHI는 ACM 인간-컴퓨터 상호작용 학회(ACM Conference on Human Factors in Computing Systems)

#### 국내 연구와 해외 연구의 차이점

HRI 학회가 HCI 학회에서 내려오고 CHI에서 나온 건데 전통적으로 보면 모두 컴퓨터 공학입니다. 그래서 해외에서는 HRI 하시는 분들이 컴퓨터 사이언스를 하시는 분들이 많습니다. 그런데 국내 컴퓨터 사이언스 쪽에서는 HRI에 그다지 많은 관심을 보이지 않는 것 같습니다. 그리고 플랫폼 쪽에서 서비스 로봇과 소셜 로봇 플랫폼 보급 차이에 영향이 있는 것 같습니다. 미국과 유럽의 경우, 이전에 MIT에서 개발했던 백스토어 로봇이나 Willow Garage에서 만들었던 모바일 로봇에 양팔이 달린 플랫폼들이 많이 개발되고 보급되면서 활발히 연구를 진행하고 있습니다. 반면 국내에는 이러한 플랫폼 자체가 없기에 HRI 연구가 미진한 느낌도 있습니다.

**김장현** 저랑 이상원 교수와는 비슷한 시각을 갖고 있는데, 이상원 교수님은 UX 전문가이시고, 저는 주로 데이터 쪽으로 바라보니 상이한 점도 있습니다. 데이터 사이언스 쪽에서는 인터랙션을 하나의 기록 대상으로 보고, 그 기록된 인터랙션에서 나타나는 특징을 추출하는 연구를 합니다. 그래서 특정한 시간 내에 인간 대 인간 또는 인간과 가상의 에이전트 간의 상호작용이 한 기록을 남기면 거기서 다양한 특징을 추출하는 연구를 주로 하고 있습니다.

#### HRI 국내외 해외 기술 동향

#### 소셜 HRI 연구 동향

**박재홍** 국내 로봇 학회에서 로봇을 시 관점에서 보는 인터랙션 연구를 다양하게 하는 것 같지는 않습니다. 대표적인 사례로 예전에 자폐 아동과 로봇의 인터랙션 연구에 대해 들었는데, 제가 다닌 로봇 학회에서는 찾아보기 힘들었습니다. 또한 HRI 학회가 생긴지 얼마 안 되었는데, 학회에 참석하면 한국 사람들은 많이 참여하지 않습니다. 요즘 협동 로봇의 경우 워낙 인기가 많아 HRI 분야의 전문가들이 이와 관련해서는 많이 연구하지만, 일반적으로 소셜 HRI 관련한 연구는 상대적으로 느리다고 생각합니다.

**이상원** 로봇이 지능을 갖게 되는 현상이 도드라지고 있는데, 몇 가지 최근의 트렌드를 봤을 때 소셜 로봇에 대한 중요성이 계속 증가하는 것 같습니다.

#### 인간과 로봇의 공존

소셜 로봇은 개인화를 넘어서 초개인화 단계로 진입해야 한다는 당면 과제가 있고 그 후에는 과도기적 현상에서 기계 혹은 로봇과의 공존이 중요한 화두가 될 가능성이 큼니다. 인간을 완전히 대체하기까지는 더 많은 시간이 필요하고 합의되어야 할 부분도 많습니다. 당장 일자리 실직 여부까지 가지 않더라도 어떤 일을 대체할 수 있고, 어떤 일을 인간이 여전히 맡아야 할지, 그리고 위험과 잠재적 요인들은 없는지, 한 울타리 안에서 인간과 로봇 간의 어떤 협업이 이루어질지, 특히 스마트 팩토리 같은 개념에서는 중요한 이슈입니다. 그래서 인간이 했던 일들에 자동화 시스템과 더 큰 물리적, 신체적 능력치를 가진 로봇이 들어오는 것은 당연하겠지만, 그것이 함께 공존하는 시대에 대해 더 생각할 여지가 있습니다.



이상원 교수(성균관대)

#### 인간-로봇의 소통으로 인한 변화

그리고 로봇과의 소통을 좀 더 일상적인 생활로 봤을 때는 일상 생활에서 우리가 로봇과 소통하는 경우가 굉장히 많아질 것입니다. 예를 들어 보이스 유저 인터페이스(Voice user interface) 같은 경우도 로봇의 한 부분으로 본다면 지금은 음악을 틀어주거나 날씨를 알아보는 등 가벼운 정보를 취득하는 수준인데, 사실 많은 사람들이 보이스 유저 인터페이스한테 말을 거는 건 심심하거나 외로워서입니다. 그래서 생활 패러다임이 1인 가구나 독거 형태로 갈 때, 로봇이 채워줄 수 있는 감정적 대응도 꽤 있을 거고 특히 사람들의 행동이 목적 지향적일 가능성은 굉장히 낮아질 거란 생각이 듭니다. 어떤 의미에서는 소셜 로봇의 연장선으로 조금 더 맥락적인 접근이 필요한 연구들도 함께 진행되는 것으로 알고 있습니다.

#### 소통의 유형 중 챗봇 개발 현황

**김장현** 저는 현재 챗봇에 대해 말씀드리겠습니다. 챗봇은 주로 고객과 기업 간의 소통이 이루어지는데, 대부분 고객의 질문은 몇 가지 유형 안에 다 들어오게 되어 있습니다. 근데 그 유형에 들어오지 않는 매우 가벼운 질문들, 그 나머지 20%에 대한 대응이 챗봇의 우열을 가릴 수 있는 부분입니다. 자연어 처리를 기반으로 한 챗봇 연구에서는 유형화가 구조화되어 있지 않은 예상 외의 질문에 대한 대응력이 매우 중요한 부분으로 부상하고 있습니다. 그래서 이런 소프트웨어 기

반의 로봇과 챗봇이 인간과 대화하는 것에 근접해지는 방향으로 발전할 것 같습니다.

챗봇의 개인화

최근 챗봇의 기술은 인간과 비슷하다 느낄 정도로 발전했습니다. 사람은 자신의 말투나 속도가 비슷한 사람에게 호감을 느끼고 소통이 잘 되는데 이에 착안해 고객의 말의 속도나 어투까지 파악해 맞춰 대답하는 어커버데 이팅 챗봇까지 등장했습니다. 지금까지는 단순히 성공적으로 답변을 하는지가 중요했지만, 이제는 개인화된 특성까지 고려해 답변하는지가 중요하고, 향후 이 방향으로 시장이 발전하리라 예상됩니다.



김장현 교수(성균관대)

주요 SI 기업 챗봇·음성봇 서비스 (출처: 매일경제, 2021.6.27)

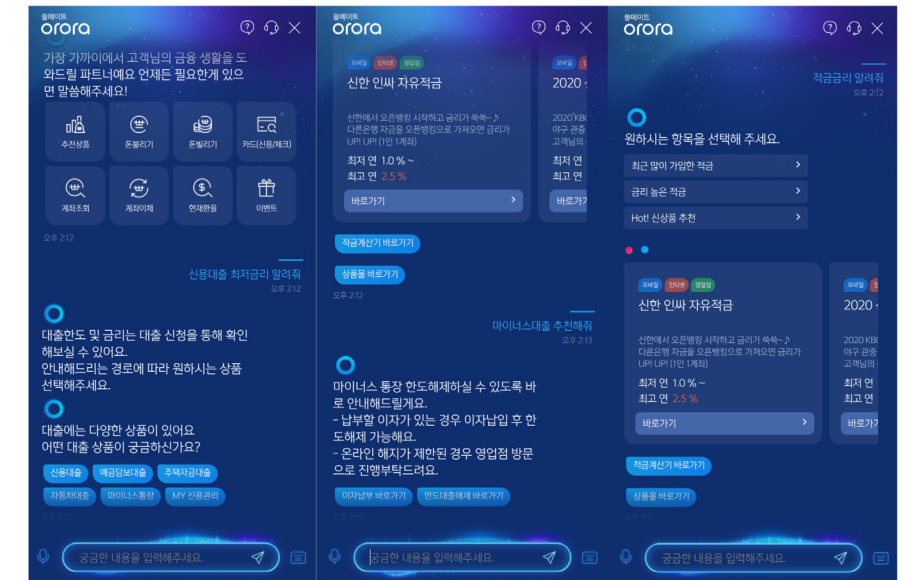
삼성SDS	문의 응대, 가입심사, 서비스 접수, 대화 해석해 상황에 맞는 답변 추천
LG CNS	다양한 표현·말투에도 고객 의도 정확히 파악, 대화 흐름 맞춘 응대
SK(주) C&C	사용자 대화, 질의응답, 정보 검색 등 사람 수준 대화하는 AI챗봇
포스코ICT	기존 로봇비서(RPA) 솔루션에 AI 연계, 텍스트 분석 기능 고도화
롯데정보통신	이슈어·금지어 모니터링, 대화 학습해 상담원이 누락한 민원 감지

현 챗봇의 한계점

이상원 챗봇은 보이스 유저 인터페이스와 달리 아직 일종의 스탠다드가 확립돼 있는 영역은 아닙니다. 그래서 보이스 유저 인터페이스는 기술적 스탠다드가 등장해 상용화된 제품들이 어떤 프로그램을 쓰는지 어느 정도 보이는데, 챗봇은 우리은행 챗봇, 국민은행 챗봇, 콜센터 챗봇 등의 형태로 존재합니다. 챗봇이 로봇이라고 간주된다면, 목적이 분명한 시스템이었을 때 가능한 얘기입니다. 텍스트가 사람과 소통하는 데 그렇게 좋은 장치는 아니기 때문에 좀 더 면대면의 대화를 이끌어내기 위해서는 여러 장치가 필요한 지점에 있다는 생각입니다.

인간-로봇 상호작용 정의

그림 IV-1. 은행권 챗봇 화면 (출처: Biz위치, 2021.9.4)



국내 연구 사례 소개

국내 연구 사례 소개

김장현 HRI에서의 물리적인 로봇은 전혀 전문성이 없기 때문에 말씀 드렸던 보이스 기반의 챗봇 정도에서 머무르고 있고, 그것도 직접적인 인터페이스를 연구하기보다는 그걸 녹취한 스크립트를 가지고 연구를 하기에 제한성은 존재합니다. 그런데 최근에는 그 메시지의 내용 뿐 아니라 화자의 특성도 중요하기 때문에 예를 들어, 말을 하다 멈추는 'pausing'을 챗봇이 학습하게 되면 인간과 굉장히 유사한 느낌을 줄 수가 있습니다. 언어 신호(verbal cue)는 챗봇이 금방 따라 할 수 있지만, 비언어적 신호(nonverbal cue)는 오히려 따라하기 어렵습니다. 즉, 침묵과 표정에 대해서는 아직 많은 격차가 존재하기 때문에 저는 비언어적 신호에 대한 챗봇 관련 연구를 들여다보고 있습니다.

영화로 본 인간과 로봇 관계

이상원 쉽게 가고자 영화 두 편을 소개하겠습니다. 먼저 소설을 원작으로 한 '아이, 로봇'입니다. 주인공 스푸너 형사가 한 소녀와 물에 빠지는 자동차 사고를 당하고, 로봇이 구하러 오는데 로

봇이 45대 1로 생존 확률을 계산해 주인공 남자를 구하고 소녀가 죽게 됩니다. 인간이라면 하지 않았을 결정이라는 윤리적 죄책감과 있고 만약 소녀가 아닌 다른 누군가였다면 어떤 결정을 내렸을가에 대한 철학적 질문을 던지는 영화입니다.

또 다른 영화는 ‘스페이스 오디세이’입니다. 아서 클라크의 원작 소설로 목성 탐사를 떠나는 우주선과 우주인에 대한 이야기입니다. 할 9000이라는 아주 음산한 빨간 눈동자가 결과적으로 우주인을 보호한다는 명목 하에 우주인 중 한 명을 죽이는 사건이 일어나는데, 그게 최선의 결정이라는 로봇의 항변을 들으면서 이야기가 이어집니다.

그림 IV-2. 영화 ‘아이,로봇’과 ‘스페이스 오디세이’ (출처: 네이버 영화)



인간과  
로봇의 관계  
설정 문제

로봇은 우리보다 훨씬 더 뛰어난 수리적 계산을 하지만 과연 그것이 합리적인지에 대해서는 상당 부분 논쟁이 있다는 겁니다. 과도기적 현상에서 나타나는 것으로 보았을 때는 막연한 불안감으로 드러나고 있습니다. 또 다른 예로 자율주행 자동차가 아무리 기술력이 좋아진다 해도 누가 탈 것이냐에 대한 얘기는 몇 단계의 허들을 거쳐야 한다는 생각입니다. 완전 자율주행 자동차로 가기 전 현재 자동차 회사는 사람의 통제권을 로봇에게 넘겨줄까 말까에 대해 사람들에게 먼저 묻는 시스템을 개발하는 방향으로 진행하는 것 같습니다. 이걸 기술력 문제가 아니라

사람들이 로봇과의 관계가 경쟁 혹은 동반자 같은 형태로 등장함에 있어 일단은 나보다 뛰어나거나 나를 능가할 가능성에 대한 두려움이 밑바탕에 깔려 있지 않나 생각합니다. 이러한 측면에서 로봇이 왜 그렇게 행동했는지에 대한 이해가 서로 간에 있어야 하고, 이 연결고리는 설명 가능한 인공지능과도 맞닿아 있지 않나 생각합니다.

그림 IV-3. 지보와 페퍼



출처: 지보 홈페이지<sup>9)</sup>



출처: 소프트뱅크 홈페이지<sup>10)</sup>

현 소설로봇의  
한계

로봇 분야와 관련해 말씀 드리겠습니다. 예전에 MIT에서 지보(Jibo)라는 로봇을 개발해 이슈를 끌었습니다. 어떻게 보면 시 스피커보다 조금 나아진 정도였는데, 사람들의 기대치는 컸지만 결국은 잘 안되어서 소셜 로봇이 어렵다는 생각을 하게 됐습니다.

물리적 인간-로봇  
상호작용 연구동향

**박재홍** 최근 소프트뱅크에서 페퍼라는 휴먼로이드 형태의 로봇이 나와 인사를 하는데, 스크린이 가슴에 있고, 팔이 양쪽에 붙어 움직이는데 제 생각에는 지보와 다르지 않은 것 같습니다. 진화하고는 있는데, 자연스러운 동작을 만드는 게 참 어렵다는 생각을 하게 됩니다. 물리적인 로봇과 관련해 저희 연구실은 협동 로봇의 충돌 감지와 사람과의 효율적인 협업 방법에 대해 연구를 진행 중입니다. 최근 협동 로봇과 관련해 많은 이슈가 있지만, 특히 협동 로봇은 항상 사람이 같이 있기 때문에 물리적 인간-로봇 상호작용(physical human-robot interaction)을 어떻게 할지에 대한 연구가 많이 이루어지고 있습니다. 자동차 생산 라인에서는 아직 공장 자동화 수준이지만 도입을 위해 많은 노력을 하고 있습니다. 우리나라에서도 두산 로봇틱스, 현대 로봇틱스 등에서 휴먼 로봇을 개발하고 있고, 중소기업에서도 뉴로메카, 레인보우 로봇틱스와 같은 회사들이 협동 로봇에 대한 사업을 진행중입니다.

9) <https://jibo.com>

10) <https://www.softbankrobotics.com/emea/en/pepper>

그림 IV-4. 협동 로봇 예시 (출처: 인터스터리뉴스, 2020.01.28)



두산 로보틱스

현대 로보틱스



뉴로메카



레인보우 로보틱스

HRI 기술 발전을 위해 필요한 요소

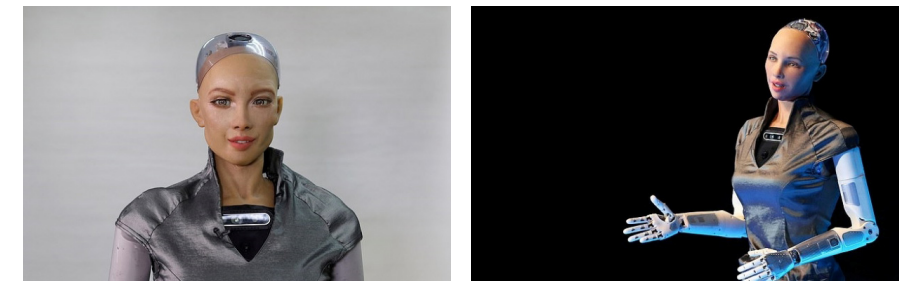
HRI 기술 발전을 위해 필요한 요소

**이상원** HRI 기술 발전과 관련해서는 산업 현장과 일상적인 생활 두 가지로 나눠서 고민해 볼 수 있습니다. 무엇보다 데이터 확보가 중요하다는 생각인데, 데이터의 확보는 기본적으로 퍼포먼스를 높이기 위한 장치이기도 하지만 사람과 공존을 하기 위한 장치로서 사람의 의도, 사람의 행동에 대한 파악이 빠르게 이루어질 수 있도록 로봇에게 학습시키기 위한 장치로 이해할 수도 있습니다.

공감적 소통이 가능한 감정로봇의 등장

그리고 일상적인 단계에서는 두 가지 측면을 생각할 수 있는데, 말씀하신 페퍼가 아닌 소피아라는 로봇도 있습니다. 소피아는 감정 로봇의 대명사처럼 여겨지는데, 물론 이게 성공할지 실패할지는 모르겠으나 조만간 대량 생산한다고 합니다. 감정 교류를 할 수 있는 로봇의 등장은 산업 현장보다는 일상 생활과 더 연관이 깊는데, 그렇게 됐을 때 나타날 수 있는 키워드는 '공감'이 아닌가 생각합니다. 즉 사람을 공감할 수 있고, 공감적 소통을 할 수 있는 로봇의 등장을 생각해 볼 수 있습니다.

그림 IV-5. AI 휴머노이드 로봇 '소피아' (출처: 나무뉴스, 2021.1.26)



인간-로봇 상호 작용과 튜링테스트

**박재홍** 아까 김정현 교수님께서 챗봇 말씀하셨을 때 사람과 채팅을 하는 건지, 아니면 로봇 또는 시랑 채팅하는 건지 구분이 되지 않으면 성공인 '튜링 테스트'가 떠올랐습니다. 그래서 저는 피지컬 폼을 가진 로봇과 사람이 인터랙션을 했는데 마치 로봇 안에 사람이 있는 것처럼 느껴지면 튜링 테스트를 통과한 게 아닌가 생각해 봤습니다. 이번에 엑스프라이즈 파운데이션에서 주최한 아바타 로봇 대회에 다녀오면서 이런 생각을 하게 됐습니다. 아바타 로봇을 만들어서 경연하는 것인데, 아바타 로봇은 말 그대로 원격에서 사람이 착용하고 움직이면 아바타 로봇이 따라 움직이는 것으로, 결국은 아바타 로봇 앞에 있는 사람과 원격지에 있는 사람이 인터랙션을 하는 겁니다. 나중에 로봇이 사람 없이 혼자서 움직였을 때 저 안에 사람이 있을 것 같다고 느껴지거나 사람이 조정하는 듯한 느낌이 들면 이것이 진짜 AI 로봇의 끝이 되지 않나 생각했습니다.

**김정현** 저도 GPT-3를 사용한 사람들의 경험담을 보고 비슷한 생각을 한 적이 있습니다. 사람들이 GPT-3를 사용하면서 가장 놀란 것은 완벽한 정답을 찾을 때가 아니라 마치 사람이 얘기하는 것처럼 약간의 허술함과 모호함이 존재할 때입니다. 백과사전이라면 결점이지만 소설이라면 말이 되는 거 같은 모호함과 인간이 가질 수 있는 허술함, 모호함, 창의성 같은 것들이 기계에서 느껴졌을 때 사람들이 가장 큰 환호를 하지 않나 생각합니다. 그리고 예술과 로봇 기술의 결합과 관련해 AI 페인터와 AI 작곡가가 나오는데, 후반 작업은 아직 사람이 도와줘야 한다고 합니다. 만약 나중에 로봇이 처음부터 마지막까지 스스로 할 수 있게 된다면 예술가가 만들어낸 작품인지 로봇이 만든 작품인지 모를 수도 있겠다는 생각이 들고, 그러면서 예술가로서의 튜링 테스트를 통과하는 게 아닐까 싶습니다.

## 마무리

사회적 합의와  
기술 발전 동향

**박재홍** 인간 로봇 상호작용에서 로봇 전문가로서 다양한 분야의 전문가들과 의견을 나눌 수 있는 기회를 마련해주셔서 감사합니다. 특히 소셜 로봇으로의 발전을 위해서는 사회 전반의 합의와 기술 발전이 동반되어야 한다고 생각합니다. 더 많은 교류로 로봇 분야 연구가 발전했으면 합니다.

인간과 로봇의  
소통과 교감의  
만족

**김장현** 감사드립니다. 로봇에게 과업을 시켜서 그 과업을 완수하는 것도 중요하지만 앞으로 로봇과 소통을 했을 때 소통의 질이 담보되어야 로봇으로 인한 만족도가 올라갈 것 같습니다. 앞으로 많은 인터랙션 분야에 대한 연구를 진행하겠습니다. 그리고 사람에게 어떤 교감과 소통의 만족까지 줬을 때 그 만족이 극대화되지 않을까요.

로봇과 공존하는  
미래에 대한  
고민 필요

**이상원** HRI가 일상 생활과 산업 현장에서 활발하게 활용되기 위해서는 아직 더 많은 연구가 필요합니다. 그러나 그 시간은 그리 오래 걸리지 않을 것입니다. 따라서 로봇의 활용과 더불어 미래의 공존에 대한 고민도 함께 진행되어야 할 것입니다.

## ② 설명가능한 인공지능 전문가 인터뷰

2022 코어트렌드 중 신뢰가능한 인공지능과 설명가능한 인공지능(eXplainable AI, XAI) 국내 언론과 연구진 사이에서는 약신호 기술로 확인되어 향후 국내에서도 관심을 가져야한다. 이를 위해 XAI에 대한 전망과 국내 기술 활성화 방안을 도출하기 위해 관련 분야 전문가들과의 심층 대화를 진행했다.

일시 10월 2일 오후 7시~ 8시 30분  
장소 비대면 화상 회의

국승지 대학원생 연세대 시대학원  
이민호 교수 경북대 IT대학 전자공학부  
이인호 대표 (주)인피닉스  
주재걸 교수 카이스트 김재철시대학원 (이상 가나다 순)



온라인 토론회 장면 - 왼쪽 상단부터 시계방향으로 주재걸 교수, 이민호 교수, 이인호 대표, 국승지 대학원생 순

### 설명가능한 인공지능의 정의

설명가능한  
인공지능의 정의

**이민호** 최근 인공지능 중에서도 특히 딥러닝이 매우 많은 분야에서 최첨단 기술로 주목받고, 광장한 발전을 이어가고 있습니다. 국내에서는 2016년 알파고 이후 사람들의 주목을 받기 시작했지만, 미국에서는 2006년경 딥러닝 이야기가 나오기 시작했고, 전 세계적으로 주목받은 것은 2012년 ILSVRC 컨퍼디션 때문입니다. 그러면서 기업체도 많은 관심을 보이기 시작했고, 최근에는 영상,

설명가능한  
인공지능의 정의

자연어와 다양한 부분에서 적용되는 최신 기술입니다. 그 과정에서 예전부터 사람들이 궁금해하고 인공지능을 했던 사람들이 많이 받았던 질문은 '왜 이런 결과가 나오는 지'입니다. 대표적인 딥러닝 기반의 알고리즘인 뉴럴 네트워크(neural network)가 생물학 기반 모델인 건 알겠는데, 왜 이런 결과가 나오는지에 대한 설명이 필요하다는 이야기가 많았습니다.



이민호 교수(경북대)

설명가능한  
인공지능의 등장  
배경

예를 들어 초원에 말이 있는 이미지가 있어요. 그런데 이것이 무엇인지 학습한 인공지능한테 물어보니까 말이라고 대답합니다. 문제는 배경을 바꾸면 말이 아니라 다른 것을 갖다 놔도 말이라고 대답하는 형태가 되는 겁니다. 그러니까 쉽게 말하면 인공지능이 많이 봤던 백그라운드에 주목을 하면서 어떤 잘못된 객체로 인식을 하는 경우가 생기는 거죠. 그래서 XAI라는 게 필요하고, 정말로 신뢰성 있는 기술을 만들려면 설명이 가능해야 한다는 것입니다.

특히, 의료 분야같이 안전이나 신뢰성이 중요한 분야에서는 아무리 성능이 좋게 나와도 왜인지 설명하지 못하면 그냥 기존의 통계 분석 기법을 사용하겠다는 사람도 나오면서 '설명가능한 AI(XAI)'를 만들어야 할 필요성을 느끼기 시작했습니다.

설명가능한  
인공지능의 기술

미국의 달파(DARPA)<sup>11)</sup>에서도 필요성을 제기하고 인공지능 연구의 중요한 방향 중 하나가 XAI 기술이라고 선정했습니다. 그래서 XAI 기술은 안정성이나 보안성 측면에서 신뢰성이 요구되는 분야에 비교적 신뢰성이 높은 인공지능 기술로 많이 사용되고 있습니다. 여기에 활용의 폭이 더 커지고 있습니다. 결론적으로 왜 이런 결과물이 나왔는지 인공지능 스스로 설명 가능한 부분이 추가되는 형태의 학습과 결과들이 XAI 기술이라고 보면 됩니다.

**국승지** 결국 XAI가 대두된 경우는 다양한 산업 환경에 적용되기 위한 목적과 대중화 과정에서 여러 산업 현장과 유튜브 전문가에게 블랙박스 모양을 설명하기 위한 목적으로 발전하게 됐다고 생각합니다.

11) 미국 국방부에 소속된 미군 관련 기술 연구개발기관

국내와 해외의 XAI 분야 연구 동향

국내와 해외의  
XAI 분야  
연구 동향

**이민호** AI가 왜 필요한지는 다들 이해하고 공감대가 형성되어 있습니다. 기업을 운영하는 저희는 주로 의료 현장에서 AI 개발을 해 왔는데 그때마다 기술 상용화와 관련한 결정적인 장애 중 하나가 의료 전문가들이 충분히 신뢰할 수 있을 정도로 구조에 대해 상세하게 설명하기 어렵다는 점입니다.

AI의 윤리적  
한계점

그리고 또 다른 중요한 이슈는 윤리적, 도덕적 이슈입니다. AI가 판단을 내렸을 때, 어떤 과정과 기준으로 판단을 내렸는지 명확해져야 사회에서 윤리적으로 용인되는지 판단하고 조정할 수 있는데, 설명 가능한 AI가 되지 않는다면 사회적 기준이나 제도적 기준으로 대비되는 한계가 있습니다. 이런 문제를 해결하기 위해 설명하는 AI가 꼭 필요합니다.

**이민호** 일단 기술적인 부분에서 저희가 주목하고 많이 사용되는 방법은 쉽게 쓸 수 있는 프레임 AI 기술인 라임(LIME), 샤프, 개념 활성화 벡터(Concept Activation Vectors)를 활용한 티케브(TCAV, Testing with Concept Activation Vectors), 인터그레이트 그라디언트(Integrated Gradients) 방법 등이 있습니다.

XAI 기술 관련  
현 이슈

최근에는 XAI 기술에 대해 좀 더 근본적으로 봐야 하는 것 아닌지, 여태까지 나왔던 XAI 기술들을 다시 체크를 하거나 새로운 방법들이 만들어져야 한다는 의견이 나오고 있습니다. 그런데 저는 이런 내용이 정말로 그러한가에 대해서는 의문이 있습니다. 왜냐하면 기존 AI 모델에서 사용하던 방법에서 마지막 단의 가중치를 임의로 바꿔도 제대로 된 학습된 결과와 비슷한 결과가 나온다는 주장을 하고 있는데 이게 무슨 의미가 있는지 의문입니다. 사실은 컨볼루션 룰렛(convolution roulette) 모델 자체가 각각의 히든 레이어들에서 피처를 뽑아 구성하는데, 이제 인터그레이트 그라디언트가 쓸모없다는 거에 대해 완전히 동의할 수 없다는 생각입니다.

저희도 최근에 새너티(senlity) 연구를 조금 더 심도 있게 들여다보고 있고, 그 중 하나가 AI가 사용되고 있는 자연어 처리 쪽입니다. 근데 자연어 처리에 많이 쓰이는 모델이 트랜스포머 계열의 모델이예요.

그래서 트랜스포머 계열의 모델에서도 이런 새너티 문제가 생기는지 검증하고 있고, 이미지 같은 경우도 조금 더 복잡한 케이스에 대해 이 XAI가 내는 결과가 정말 엉망인 형태의 결과인지 체크를 해야 할 필요가 있습니다.

#### XAI 기술의 검증

현재로서는 XAI 기술이 중요하다는 사람들의 인식이 만들어진 상태에서 매우 좋은 알고리즘으로 소개되어 있지만, 정말로 그게 맞는가에 대해서는 한번 검증하는 단계라고도 볼 수 있고, 이제 XAI 자체를 설명하는 AI로만 끝나는 게 아니고, 다른 형태의 목적으로 쓰이는 것도 사람들이 연구하기 시작한 것 같아요.

**주재걸** 일단 컴퓨터 비전 분야에서는 일반적으로 이미지를 강아지로 판단을 했다면 그 이미지에서 어떤 특정한 영역을 보고 강아지라고 했는지 영역을 표시해서 사용자에게 보여주는 형태로 설명이 제공되는 것 같습니다. 자연어 처리도 마찬가지로 주어진 텍스트나 문단이 긍정 혹은 부정 어조인지, 아니면 정치적인 성향에 대해, 주어진 문장이나 문단의 특정한 부분들로 판단을 했는지 지정해서 사용자에게 보여주는 형태로 제공될 것 같습니다. 아직 시도 단계이지만, 자연어 처리 기술도 많이 발전하고 있기에 자연어 생성이나 챗봇 등의 모듈을 다양한 인공지능 테스트에 추가적으로 붙여서 시에게 판단에 대해 물을 때 그걸 자연어 형태로 이야기를 해줄 수 있는 연구도 진행되고 있습니다.



주재걸 교수(카이스트)

#### XAI 기술의 대중화 필요성

**국승지** 현장 경험을 말씀드리자면, IT나 게임 회사가 아닌 유통 회사들은 판매량 증대에 도움이 되는지 설명이 필요한데, 코로나 상황도 있고 인프라 구축과 인공지능 모델의 설득력 문제도 있고 회사 내부에 XAI 전문가들도 부족하다 보니 AI 도입이 미뤄진 것 같습니다. 그래서 XAI 기술이 대중화가 되면 업무에 많은 도움이 될 것 같습니다.

#### 국내와 해외의 XAI 분야 연구 동향

**이민호** 물론 국내에서 딥러닝 자체를 너무 늦게 시작한 느낌이 없지 않아 있고, 그러다 보니 지금 박사 과정을 공부하는 학생들이 꽤 있을 겁니다. 대학원도 많이 만들어졌고, 늦어도 2~3년 안에 전문가들이 많이 배출되지 않을까 생각되고, 국내에서도 굉장히 많은 분들이 열심히 논문을 쓰고 있습니다.

그래서 앞서 말씀드린 4~5개의 XAI 모델도 있고 저희 연구진도 자체적으로 모델도 만들고 논문도 내고 있습니다. 다른 학교에서도 많은 논문이 나오고는 있지만 아직 국내에서 앞서 말한 모델 같이 임팩트 있는 모델은 없는 것 같은데, 아마 빠른 시간대로 나오지 않을까 생각합니다. 해외 학술지의 저자들도 보면 한국 이름들이 많이 보입니다.

#### 국내 업계 XAI 기술 요구와 연구 진행 상황

특히 저희가 같이 일하는 파트너들 업계 쪽에서는 의료계에서 가장 요구가 많습니다. 그러니까 우리가 어떤 결과를 내도 XAI라는 기술을 쓰길 원하고 있고, 그래서 지금도 제가 하는 과제는 XAI를 갖고 의료 문제에서 왜 그런 결과가 나오냐를 설명하는 경우가 있습니다. 또 자연어 처리 분야로 가서 어떤 질문에 답할 때 왜 이 답이 나오는지에 대해 긍정을 한다거나 또는 대화를 하거나 어떤 텍스트가 있을 때 긍정 혹은 부정의 감정을 느끼는지 찾아내는 것과 관련한 연구가 국내에서도 많이 이루어지고 있습니다. 결론적으로 국내에서도 남들이 만든 거를 흉내만 내고 있거나 검증만 하는 것이 아니라 많은 분들이 열심히 일하고 있고, 아마 조만간에 좋은 결과들이 많이 나오지 않을까 싶습니다.

#### XAI 기술 관련 국내외 전문가 연구 성과

**주재걸** 국내에서도 세계적인 수준의 연구를 하시는 분들이 많이 계시고 해외에 포진한 한국 국적의 연구자분들도 많습니다. 예를들어 카이스트 최재식 교수님이라고 설명 가능 인공지능 연구센터장이 하시는 연구 중에 이민호 교수가 말씀하신 메서드들을 확장해 컴퓨터 비전, 영상 처리 및 인식 쪽에서 비슷한 형태로 어느 부분을 보고 판단을 했는지가 명확하지 않은 경우들이 많은데 그걸 좀 더 정확하게 뽑고자 하는 연구를 2~3년 전에 AAAI 학회에서 발표했습니다. 최근에는 ICML이라는 저명한 인공지능 국제학회에서 발표한 논문 중에는 시계열 데이터에서 가령 미래의 주식 가격을 예측할 때 주식 가격이 내일은 얼마로 오를 것이라고 예측했다면 그게 왜 그런지에 대해 '에볼루션으로 봤을 때 과거 트레이닝 데이터의 어떤 사례들과 비슷했기 때문이다'라는 예측을 했다는 형태로 설명을 제시하고자한 사례도 있습니다.

## XAI 기술 발전에 필요한 요소

설명가능한  
인공지능의  
필요성과  
현대데이터  
품질관리 문제

**이민호** 먼저 XAI 관련해 침언하자면 설명 가능해져야만 책임을 질 수 있고, 책임의 한계나 범위 등을 지을 수 있고, 나중에 어떤 문제가 생겼을 때 법적으로 해결할 수 있습니다. 근데 설명 불가능한 영역이 여전히 남아 있다면 이 문제가 해결이 안 돼 책임을 질 수 있을 법한 서비스나 프로젝트로 만들어지는데 결정적인 장애가 될 수 있습니다. 다음으로 데이터 문제와 관련해 넘어 오면 데이터의 품질 문제가 데이터 센서를 구축하거나 서비스하는 모든 회사에서 공감하는 문제입니다. 그런



이민호 대표(주)인피닉스

데 어떻게 풀어야 할지, 기술이나 제도와 관련된 생각이 많은데, 데이터를 생산하는 곳이 데이터 품질에 대해 책임을 지는 제도가 만들어져야 합니다. 구체적인 방법은 인증 제도입니다. 데이터 품질을 인증하는 복수의 기관이 만들어지고 또 기관 간의 경쟁 구조에 있어야 합니다. 또한, 데이터의 품질 사고가 났거나 AI 서비스 문제가 사회적 이슈가 됐을 때 데이터를 인증했던 기관에게 패널티를 부과하는 등의 제재 방법까지 나와야 데이터를 생산할 때 정말 책임감 있게 제대로 만들어질 수 있습니다. 근데 지금은 데이터 셋을 만드는 과정이 양적인 데이터 산출에 맞춰 이루어지다 보니 데이터 셋을 만드는 참여자 본인들도 그 데이터를 별로 신뢰하지 못하는 경우가 많이 있습니다. 하물며 그렇게 만들어진 외부 데이터를 기업에서도 잘 안쓰게 됩니다. 확인해 보면 생각보다 데이터 품질이 나쁜 경우가 더 많습니다.

데이터 품질  
관리 문제 해결  
방법

**이민호** 저도 똑같은 문제를 많이 경험합니다. 그러나 인증하는 곳에서도 데이터의 질을 판단하기에는 쉽지 않을 것이라 생각합니다. 그래서 풀고자 하는 문제가 있는 사람들이 먼저 문제 정의를 하고, 문제 해결 방법이 어떻게 정의되어야 한다고 설명한 후 데이터가 모이면 원하는 결과를 만들어낼 수 있는지 검증하고 나서 데이터 셋 구축을 시작해야 하는데, 현재는 앞에 두 개의 프로세스가 빠져 있습니다. 제가 생각하는 방법은 일단은 문제를 정의할 수 있는 사람, 그리고 그 문제를 풀 수 있는 인공지능 전문가, 그리고 그 데이터를 모을 수 있는 사람, 이렇게 그룹

으로 팀을 짜서 과제를 받아야 합니다. 그래서 정말 그 문제가 풀어졌는지를 체크해야 되고, 만약 실패했으면 왜 그런지를 또 확인하는 방식으로 해야 합니다.

현 XAI 분야의  
기술발전 한계점

**주재걸** XAI라는 분야 자체가 다른 분야보다 조금은 마이너하게 취급되는 부분들도 있습니다. 가령 컴퓨터 비전이나 자연어 처리 쪽은 수요도 많고 그만큼 학생들도 그 수요에 민감하게 반응해 현재 많은 인력들이 양성되고 있다고 볼 수 있는데, XAI는 전문가를 고용하는 것이 많지 않습니다. 어찌보면 현재는 자동화를 하고 인공지능 테스트 혹은 성능을 고도화하고 문제를 풀어나는 것에 집중되고 있고, XAI는 다소 부수적인 기술의 측면이 있어 덜 주목받는 것 같습니다. 모두가 필요한 문제라는 것은 동감하지만 개인적으로 느끼기에는 기술적으로 빠르게 발전이 일어나는 것은 아직 부족한 것 같습니다. 그만큼 어려운 문제라는 생각도 들고요. 아까 말씀드린 것처럼 자연어 처리 기술이 더 완성돼 사람과 제법 의사소통이 가능한 수준이 되면, 그 모델을 통해 사람이 충분히 납득가능한 설명을 딥러닝이 해 줄 수 있지 않을까 생각합니다. 그래서 차라리 그런 쪽에 좀 더 기대를 걸고 있는 부분도 있습니다. 현재 수학으로 점철된 모델에서 사람이 이해하고 납득할 만한 설명을 뽑아내는 것 자체가 한계가 있습니다.

현업 데이터 품질  
문제 및 연구 필요성

**국승지** 현업에서는 데이터가 불규칙하게 들어오는 경우가 많은데 예를 들어 기업의 판매량 데이터가 일별로 불규칙하게 들어와 불편을 겪는 경우가 많습니다. 따라서 불규칙한 시계열 데이터도 잘 맞추는 모델의 연구도 필요하지 않을까 싶어 연구를 해 볼 생각입니다.



국승지 대학원생(연세대)

## 국내 XAI 관련 연구 활동

국내 XAI 관련  
연구 활동

**이민호** 코로나 때문에 학회가 제대로 안 되는 경향이 크고 온라인은 집중도가 떨어져 오프라인으로 해야겠다는 생각이 듭니다. 어쩔 수 없이 온라인으로 해야만 하는 경우가 아니면 학회로서의 의미 부여가 잘 안 된다는 생각입니다. 그래서 국내보다는 해외로 연구자들이 더 많이 참여

#### 국내 XAI 관련 연구 활동

하는 것 같습니다. 그러나 국제학회도 최고 수준의 컨퍼런스 아니면 대접을 못 받는 분위기니 너무 양극화되는 느낌입니다. 인공지능은 학회 자체가 양극화돼 사람들이 유명한 컨퍼런스에만 논문을 많이 내는 형태가 되고 그렇지 않은 나머지 국내 학회는 거의 소외되고 코로나까지 겹쳐 버린 상황입니다.

#### 인공지능 연구를 위한 리소스 확보 필요성

**주재걸** 요즘 인공지능 연구가 학회도 양극화되고 있고, 연구를 리딩하는 그룹 자체도 극단화가 많이 되고 있습니다. 또한 대규모 데이터의 확보 및 대규모 GPU 리소스의 확보 부분에서 어려움을 겪습니다. 회사들에 비하면 학교는 어떻게 보면 영세한 구멍가게 수준이라 그런 규모 혹은 인프라에서 뭔가 할 수 있는 연구의 폭 혹은 운신의 폭이 적어지는 부분들이 어렵습니다. 가령 요즘은 셸프 슈퍼바이징러닝 쪽, 그러니까 버트, GPT-3도 있고, 비전 쪽에서는 심클리어류, 비올 등 많이 나오는데 그런 연구들을 저희도 했다가 GPU 리소스가 부족해 고배를 마신 뒤로는 그런 연구는 쉽지 않습니다. 그런 측면에서 대규모 구글 팡이라고 불리는 기업들과 오픈 AI 쪽에서 연구를 많이 주도하고 있습니다. 저희도 열심히 하고 있지만 빅 임팩트를 만들기는 어려운 연구 주제들로만 한정되는 부분도 있습니다.

#### 인공지능 분야 인재 발굴을 위한 교육의 필요성

**이민호** 주재걸 교수님 말씀에 저도 공감하고 있고, 인공지능을 30년 정도 해오다가 솔직히 이런 면 때문에 포기하고 다른 쪽으로 가야 하지 않을까 하는 생각을 할 정도로 이걸 좀 아닌 것 같습니다. 그래서 많은 양의 데이터 없이도 학습하는 방법과 많은 GPU를 175억 개 정도의 GPT-3처럼 파라미터를 갖고 있지 않아도 학습하고 좋은 성능을 낼 수 있는 모델을 개발하는 것이 학교에서 할 일이 아닐까 싶습니다. 교육 프로그램도 공적으로 지원이 필요할 것 같습니다.

**이민호** 기업의 입장에서 말씀드리면, 스타트업 단계에 있는 AI 기업들 입장에서 인력 구하기가 쉽지 않습니다. 신규 인력을 뽑아도 교육이 필요한데 기업 자체에서 교육하기는 어렵습니다. 그래서 정부나 공공기관에서 기업과 협업을 통한 교육 프로그램의 지원이 절실합니다.

#### 마무리

##### 공공 지원의 중요성

**주재걸** 인공지능에 대한 관심이 증가하면서 그 결과에 대한 사용자들의 관심이 높아지고 있는 것 같습니다. 기존 블랙박스라고 설명하던 부분이 이제는 사용자에게 왜 이런 결과가 나왔는지 제시해야 하기 때문에 더욱 인공지능 기술이 발전하는 것도 같습니다. 다만 기술의 발전과 더불어 더 많은 컴퓨팅 파워가 필요하게 되니 학계나 기업은 쉽게 접근하지 못하는 문제도 있습니다. 따라서 공공에서 이러한 문제를 해결하는 방법도 필요하지 않을까 생각하며 마무리하겠습니다.

##### 데이터 확보의 중요성

**이민호** 주재걸 교수님 말씀에 동감하며, 앞서 말씀드린 정확한 데이터 확보의 문제는 중요하기 때문에 다시 말씀드립니다. 제대로 만든 학습데이터가 있어야 신뢰도 높은 결과를 제시할 수 있는 것은 당연합니다. 이러한 측면에서 전문가의 역할이 매우 클 것으로 보입니다.

##### 인력 확보의 중요성

**이민호** 현업에서는 모델의 활용도 중요하지만 이러한 기술에 대한 이해가 있는 인력을 확보하는 것이 필수입니다. 이 자리를 빌어 말씀드리면 인공지능 전문가와의 교류가 활발해지고 인력의 교육 또는 재교육의 과정이 확대되어 활성화된다면 임팩트 있는 연구 성과도 도출되지 않을까 합니다.

##### 향후 인공지능 연구 전망

**국승지** 아직 배우고 있는 학생이고, 앞으로 연구를 진행하고 현업으로 진출하는 새내기입니다. 인공지능의 사용은 늘어날 수밖에 없고, 다양한 분야에서 사용될 경우 신뢰도가 필수이므로 다양한 연구로 문제를 해결해 나갈 수 있을 것입니다. 감사합니다.

## 용어사전

출처: TTA 정보통신용어사전, 위키백과 등

데이터팩브리 (Data Fabric)	데이터 태그 관리(통합 검색)를 기반으로 데이터 활용성을 제고하고 비즈니스 가치 창출을 강화하기 위한 데이터 플랫폼의 새로운 디자인 컨셉티자 아키텍처 전략
디지털트윈(digital twin)	물리적인 사물과 컴퓨터에 동일하게 표현되는 가상 모델. 실제 물리적인 자산 대신 소프트웨어로 가상화한 자산의 디지털 트윈을 만들어 모의실험(시뮬레이션)함으로써 실제 자산의 특성(현재 상태, 생산성, 동작 시나리오 등)에 대한 정확한 정보 획득 가능
라이다(LiDar)	레이저 펄스를 발사하여 그 빛이 대상 물체에 반사되어 돌아오는 것을 받아 물체까지 거리 등을 측정하고 물체 형상까지 이미지화하는 기술
라이파이(Light Fidelity)	발광 다이오드(LED)에서 나오는 빛의 파장을 이용하여 정보를 전달하는 가시광 통신(VLC: Visible Light Communication) 기술의 보조 방식
머신비전 (Machine Vision)	카메라나 센서로 얻은 영상을 컴퓨터에서 분석하고 처리하는 영상 시스템
밀리미터 파 (millimeter wave)	주파수가 30~300 기가헤르츠(GHz)이고, 파장이 1~10 밀리미터(mm)인 전파. 극고주파(EHF: Extremely High Frequency)를 파장으로 구분하여 부르는 명칭으로 광대역 전송이 가능하여 위성 통신, 이동 통신, 무선 항행, 지구 탐사 등 다양하게 사용
빔포밍(beamforming)	안테나 여러 개를 일정한 간격으로 배열하고 각 안테나로 공급되는 신호의 진폭과 위상을 변화시켜 특정한 방향으로 안테나 빔을 만들어 그 방향으로 신호를 강하게 송수신하는 기술
시모스(complementary metal-oxide-semiconductor)	집적 회로의 한 종류로, PC, 스마트폰, 디지털 카메라 등 일상적으로 사용되는 대부분의 전자기기의 집적회로에 널리 채용되어 사용
실리콘 관통전극 (Through Silicon Via)	기존 반도체 패키지 제작 과정에서 단자나 회로의 전기적 연결을 도선으로 붙이는 과정을 대체해 실리콘 웨이퍼에 구멍을 뚫어 전극을 형성하는 패키지 방식
애그테크(Ag Tech)	농업(agriculture)과 기술(technology)의 합성어로 첨단기술을 농업에 적용해 생산성을 높이고 상품의 품질을 끌어올리는 산업
양자암호(Quantum Cryptography)	양자(Quantum)의 물리적 상태를 활용해 고안한 암호 체계로 양자 키 분배(Quantum Key Distribution)체계가 대표적
어노테이션(Annotation)	주석처럼 코드에 달아 해당 코드에 특수한 의미를 부여해주는 데이터의 전처리 과정을 뜻하며, 이미지 데이터의 경우 이미지 내 각종 사물을 알아보고 경계선을 구분 짓는 것
어텐션 메커니즘(Attention Mechanism)	인간의 주의집중을 모방하여 중요한 입력 부분을 다시 참고하는 기계 학습 기법. 자연어 처리에서 입력 문장이 길어지면 번역 품질이 떨어지는 모델의 단점을 보완하기 위해 등장한 기법
엘모(Embeddings from Language Model)	사전 학습된 언어 모델을 이용한 어휘 임베딩을 생성하는 방법으로 주변 단어 맥락에 따라 복잡한 특성을 모델링하여 제공

오가노이드(organoid)	줄기세포를 3차원적으로 배양하거나 재조합해 만든 장기유사체로, 유전자 치료와 손상된 장기이식의 대안으로도 주목하는 기술
온프레미스(on-premise)	소프트웨어 등 솔루션을 클라우드 같이 원격 환경이 아닌 자체적으로 보유한 전산실 서버에 직접 설치해 운영하는 방식
이미지 세그멘테이션 (Image Segmentation)	이미지에서 픽셀단위로 관심 객체를 추출하는 방법
인슈어테크(Insurtech)	보험(insurance)과 기술(technology)의 합성어로 데이터 분석, 인공지능(AI) 등 정보기술(IT)을 활용하여 기존의 보험 산업을 혁신하는 서비스
퀀텀닷(Quantum Dot)	충전연색을 구현하는 형광 나노 소재로 색 순도와 양자 효율이 우수하며, 광 안정성이 뛰어나 LED의 단점을 보완할 수 있는 소재로 부상
티케브(TCAV)	특정 패턴과 클래스를 함께 결합하는 스코어를 만드는 과정으로 컨셉과 랜덤 이미지를 주고, 특정 패턴과 랜덤 이미지를 확실하게 분리할 수 있는 벡터를 활용해 점수를 내는 방법
홀로그램 텔레프레젠스 (Hologram Telepresence)	홀로 그래픽 기술을 사용하여 생성된 3차원 동영상으로 원격 현실을 제공하는 기술로 서로 다른 공간의 사람을 원격으로 불러와 같은 공간에 있는 것처럼 보이게 하는 기술
ANN(Artificial Neural Network)	사람 또는 동물 두뇌의 신경망에 착안하여 구현된 컴퓨팅 시스템의 총칭이며 기계 학습(machine learning)의 세부 방법론 중 하나
CNN(Convolutional Neural Network)	심층 신경망(DNN: Deep Neural Network)의 한 종류로, 하나 또는 여러 개의 컨볼루션 계층(convolutional layer)과 통합 계층(pooling layer), 완전하게 연결된 계층(fully connected layer)들로 구성된 신경망. 영상 내 객체 분류, 객체 탐지 등 다양한 응용 분야에 폭넓게 활용
DNN(Deep Neural Network)	심층 신경망으로 입력층(input layer)과 출력층(output layer) 사이에 다층의 은닉층(hidden layer)을 포함하는 인공 신경망(ANN: Artificial Neural Network)
GPT-3(Generative Pre-trained Transformer 3)	오픈AI(OpenAI) 연구소에서 만든 인공지능으로 비지도 학습과 생성적 사전학습(generative pre-training)기법, 변환기(transformer)를 적용하여, 번역과 대화, 작문 등을 인공지능이 수행할 수 있는 모델
mRNA 백신(messenger RNA vaccine)	인공적으로 만든 mRNA를 이용하여 면역계통의 후천 면역을 강화하는 백신으로 핵산 백신 중 한 분류이며 최근 코로나19 백신으로 활용
PIM(Processing in Memory) 반도체	메모리 내부에 연산 작업에 필요한 AI 프로세서 기능을 더한 지능형 반도체
V2X(Vehicle to Everything communication)	자동차와 도로 환경의 다양한 요소 간에 소통을 가능하게 하는 자율주행차 및 협력·지능형 교통 체계(C-ITS: Cooperative Intelligent Transport Systems) 핵심 기술

카드 뉴스

# 2022

## 이머징 테크 코어트렌드를 소개합니다

### DATA INSIGHT

EMERGING TECH 2022

데이터로 보는 2022년 코어트렌드

NIA 한국지능정보사회진흥원

### 2022 코어트렌드는 아래와 같은 방법으로 선정하였습니다

01  
시선 구축

02  
전처리

03  
TF-IDF 분석

04  
기술신호 분석

05  
코어트렌드 선정

기술명 리스트  
기술명 + 국내/해외 논문 핵심어

**국내뉴스**  
포털 뉴스 IT/혁신  
610,706건

**국내논문**  
KCI  
공학 분야  
19,353건

**해외논문**  
google scholar  
공학 분야  
268,754건

### HRI(Human-Robot Interaction) 인간-로봇 상호작용

협동 로봇

소셜 로봇

(출처: 인더스트리뉴스, 2020.01.28; 지보 홈페이지; 소프트뱅크 홈페이지)

로봇과 사람이 물리적으로 상호작용하는  
**'physical human-robot interaction'**과  
사람과 AI를 가진 로봇이 상호작용하는  
**'social human-robot interaction'**으로 구분됩니다.

### 2021.9.30 인간-로봇 상호작용(HRI) 분야 전문가 인터뷰 중에서

"소셜 로봇은 개인화를 넘어서 초개인화 단계로 진입해야 한다는 당면 과제가 있고 그 후에는 과도기적 현상에서 기계 혹은 로봇과의 공존이 중요한 화두" **이상필 교수**(성균관대 인터랙션사이언스학과)

"보통 협동 로봇을 연구할 때, 로봇 안의 인공지능보다는 사람과의 효율적인 협업 방법과 물리적인 접촉이 발생했을 때 대처할 방법을 대해서 더 많이 연구" **박재홍 교수**(서울대 융합과학기술대학원)

"최근 챗봇의 기술은 인간과 비슷하다느 정도는 발전하여 로봇과 챗봇이 인간과 대화하는 것에 근접해지는 방향으로 발전" **김영환 교수**(성균관대 인터랙션사이언스학과)

### 국내/해외의 주요 코어트렌드 기술명은 아래 표와 같습니다

인간-로봇 상호작용	디지털치료제	CNN	감성분석
나-컴퓨터 인터페이스	이미지 세그멘테이션	DNN	대체 불가능한 토큰
온프레미스	행동 인턴넷	스마트팩	혼합현실
데이터플랫폼	인슈어테크	마이크로그리드	실감기술
클라우드	컴퓨터 비전 (오디오 인식)	스마트 팩토리	가상현실
디지털 헬스케어	도심항공 모빌리티	에어컨 에게-스룸	디지털트윈
mRNA백신	신뢰할 수 있는 인공지능	강화학습	

### 코어트렌드 키워드 및 카테고리

**HRI**

인간-로봇 상호작용  
뇌-컴퓨터 인터페이스

**컴퓨터 비전**

이미지 세그멘테이션  
행동인턴넷  
인슈어테크  
컴퓨터비전 (오디오인식)

**데이터 플랫폼**

온프레미스  
데이터플랫폼  
클라우드  
클라우드

**기계학습**

머신러닝  
어텐션 메커니즘  
강화학습  
감성분석

**블록체인**

대체 불가능한 토큰

**HRI, 신뢰할 수 있는 인공지능은  
해외연구는 활발하지만  
국내에서는 아직 관심이 미비하다**

**딥러닝**

신뢰할 수 있는 인공지능  
(설명 가능한 인공지능)  
CNN  
DNN

**디지털 백신**

디지털 헬스케어  
mRNA백신  
디지털치료제

**모빌리티**

라이더  
도심항공모빌리티

**스마트 제조**

스마트팩  
마이크로그리드  
스마트 팩토리

**가상현실**

혼합현실 / 실감기술  
가상현실 / 증강현실  
디지털트윈

### XAI(eXplainable AI) 설명 가능한 인공지능

인공지능의 결과물이 왜 이렇게 나왔는지에 대해  
설명 가능한 부분이 추가되는 형태의 확증과 결과물이 XAI 기술입니다.  
특히, 안정성이나 보안성 측면에서 신뢰성이 요구되는 분야에  
많이 사용되고 활용 폭이 커지고 있습니다.

### 2021. 10. 2. 설명 가능한 인공지능(XAI) 분야 전문가 인터뷰 중에서

"XAI는 모두가 필요한 문제라는 것은 통감하지만 실제 기술이 빠르게 발전하기엔 아직 부족하기도해서 그만큼 어려운 문제라는 생각도 듭니다" **주재걸 교수**(카이스트 컴재정AI대학원)

"인프라 구축과 인공지능 모델의 실용성 문제도 있고 회사 내부에 XAI 전문가들도 부족하다 보니 시 도일이 마련된 것 같습니다" **김윤지 연구원**(연세대 AI대학원)

"현재로서는 XAI 기술이 중요하다든 사람들의 인식이 만들어진 상태에서 매우 좋은 알고리즘으로 소개되어 있지만, 정말로 그게 맞는가에 대해서는 한번 검증하는 단계라고도 볼 수 있습니다" **이민호 교수**(광희대 IT대학 전자공학부)

"설명 가능하지만 책임을 질 수 있고, 책임의 한계나 범위 등을 지을 수 있고, 나중에 어떤 문제가 생겼을 때 법적으로 해결할 수 있습니다" **이원호 대표**(주)인포닉스

발행 2021. 10.  
발행인 문용식  
발행처 한국지능정보사회진흥원  
기획 빅데이터추진단 빅데이터사업팀  
이용진 단장, 황성욱 팀장, 장지혜 주임  
작성 오피니언라이브  
김찬우 센터장, 손기준 센터장, 강세영 센터장, 손정욱 이사  
최성철 선임매니저, 장수희 선임매니저, 차지윤 매니저  
문의 jjh1725@nia.or.kr 053-230-4270  
디자인 안박스튜디오 안미경 실장  
주소 대구광역시 동구 첨단로 53  
홈페이지 www.nia.or.kr

