

2018. 11. 7. 제 2018-003호

인공지능 연구역량 국제비교 및 시사점

International Comparison of Artificial Intelligence
Research Capabilities and Implications

이승환
(seunghwan.lee@spri.kr)[†]

- 이 보고서는 「과학기술정보통신부 정보통신진흥기금」을 지원받아 제작한 것으로 과학기술정보통신부의 공식의견과 다를 수 있습니다.
- 이 보고서의 내용은 연구진의 개인 견해이며, 본 보고서와 관련한 의문사항 또는 수정·보완할 필요가 있는 경우에는 아래 연락처로 연락해 주시기 바랍니다.
 - 소프트웨어정책연구소 산업·제도연구실 이승환 책임연구원(seunghwan.lee@spri.kr)

《 요 약 문 》

인공지능이 제4차 산업혁명 시대 성장의 화두로 부상하면서 인공지능 기술선도를 위한 주요국들 간 경쟁이 확산되고 있다. 인공지능 기술은 진화의 변곡점에 진입하면서, 향후 폭발적인 성장이 예측되나 한국의 인공지능 기술력은 주요 선진국 대비 취약한 상황이다.

이에 본 연구에서는 주요국들의 인공지능 연구 성과 지표를 양·질적 측면에서 분석하고 시사점을 도출하였다. 분석결과 세계적으로 인공지능 학술연구량은 증가하고 있으며, 중국, 인도의 양적 성장세에 주목할 필요가 있다. 피인용 수 기준으로 1위는 미국이며, 홍콩, 싱가포르, 스위스는 각각 피인용수 순위 1,2,3위를 차지하며 양적 열세를 질적 측면에서 보완하고 있다. 피인용수 기준 상위 1% 연구 수는 미국이 1위이며, 전체 연구 건수에서 상위 1% 연구가 차지하는 비중은 싱가포르가 1위를 차지하였다. 네트워크 분석결과, 미국, 영국 등 주요국의 중심성 값이 크게 나타났으며, 이는 이들을 중심으로 다수의 연구협력이 이루어지고 있다는 의미이다. 또한, 인공지능 연구역량이 높은 국가 간 강한 협력 체계가 구축되어 있음을 확인하였다. 양·질적 지표를 종합한 결과, 인공지능 연구역량 형태는 종합우위, 질 중심, 양 중심, 종합 열위 군으로 분류 가능하며, 한국은 선택과 집중이 필요한 갈림길에 위치하고 있었다. 대부분의 지표가 12~14위인 애매모호한 지점(Stuck in the middle)에 위치하여 방향성 정립이 중요한 시점이다.

향후, 인공지능 연구역량 확보를 위한 국가 간 경쟁은 더욱 치열해 질 전망이다. 인공지능 강자연합 연구협력 네트워크가 형성되어 인공지능 기술경쟁력 격차가 심화될 우려가 있다. 이에 한국은 질 중심의 인공지능 연구역량 확보에 주력하는 방안을 검토하고, 인공지능 선도국과 연구협력 확대, 선도국과의 연구협력 시 가점 부여, 산학협력 확대, 인공지능 차별화 영역 발굴 등 정책지원 시 질적 요소를 강화할 필요가 있다.

《 Executive Summary 》

As artificial intelligence has emerged as a topic of growth in the era of the Fourth Industrial Revolution, competition among major countries for leading artificial intelligence technologies is spreading. While artificial intelligence technology is entering the inflection point of evolution, explosive growth is expected in the future, but Korea's artificial intelligence technology is weaker than major advanced countries.

This study analyzed the indicators of the artificial intelligence research results of major countries from both qualitative and quantitative perspectives. As a result of the analysis, the amount of academic research on artificial intelligence is increasing worldwide, and it is necessary to pay attention to the quantitative growth of China and India. The top rank is the United States based on the number of citations, and Hong Kong, Singapore, and Switzerland each rank in the top 1, 2, and 3 rankings, based on number of citations/total AI research respectively. Hong Kong, Singapore and Switzerland are complementing the quantitative issue in qualitative terms. As a result of the network analysis, the central values of the major countries such as the United States and the United Kingdom showed a great deal of significance, which means that a large number of research cooperation is being conducted centering on them. In addition, we confirmed that a strong cooperation system between countries with high artificial intelligence research capacity is established. As a result of combining both quantitative and qualitative indicators, the types of artificial intelligence research competence can be classified into general superiority, quality-centered, quantitative-centered, and overall-disoriented, and Korea is located at the intersection where selection and concentration are needed. Most of the indicators are in the 12th to 14th, so it is important to establish directionality in the future.

In the future, competition among countries for securing the capability of artificial intelligence research is expected to become even more intense, and

there is a concern that the artificial intelligence technology competitiveness gap will deepen due to the formation of a research cooperation network. In this regard, Korea will examine ways to focus on securing quality-centered artificial intelligence research capabilities, expanding research cooperation with artificial intelligence leaders, granting points for research cooperation with leading nations, expanding industry-academia cooperation, There is a need to strengthen the quality factor.

목 차

I. 논의 배경	1
II. 인공지능 연구역량 비교	3
1. 학술연구 건수	3
2. 피인용수	6
3. 연구협력 네트워크	10
4. 연구역량 유형 비교	13
III. 시사점	15
[참고문헌]	17



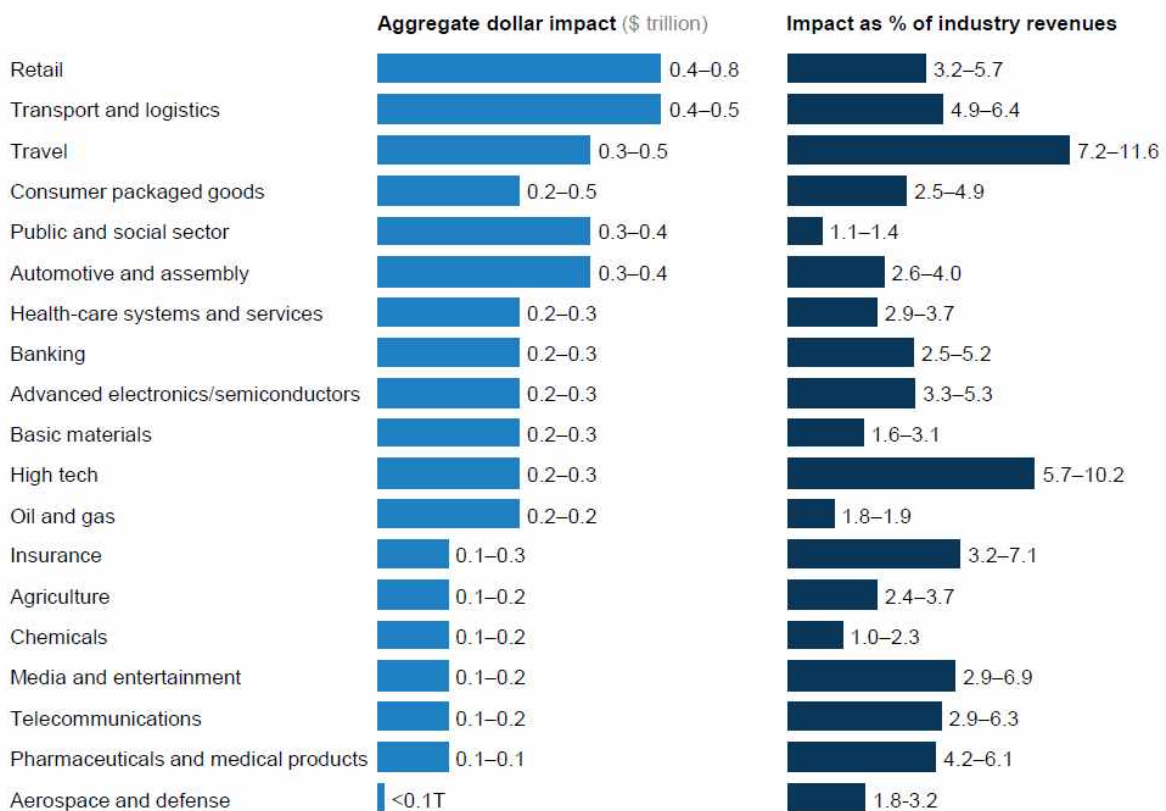
Contents

I. Background	1
II. Comparison of AI Research Capacity	3
1. Number of Academic Research	3
2. Number of Citation	6
3. Research Cooperation Network	10
4. Comparison of Research Capacity Type	13
III. Implication	15
[Reference]	17

I 논의 배경

- 인공지능이 제4차 산업혁명 시대 성장의 화두로 부상하면서 인공지능 기술선도를 위한 주요국들 간 경쟁이 확산
- 인공지능은 다양한 산업과 사회 전반에 확산되어 경제적 부가가치를 창출하는 동력으로 작용
 - 미국의 경우, 다양한 산업에 인공지능이 도입되면 연간 3.5~5.8조 달러의 경제적 효과를 창출할 것으로 추산¹⁾
 - * 소매 부문이 연간 최대 8,000억 달러로 가장 높은 효과를 창출할 것으로 전망한 가운데 운송물류, 여행, 소비재, 공공 사회재, 자동차부품 부문 등이 두각

[그림 1-1] 인공지능의 미국 산업 파급 효과



자료: McKinsey Global Institute(2018.4), "Notes from the AI frontier: Applications and value of deep learning"

1) McKinsey & Company(2018.4), "Notes from the AI frontier: Applications and value of deep learning"

- 주요국들은 인공지능 기술선도를 위해 국가 차원의 대책을 추진 중

* (美) 국가 AI R&D 전략계획('16.10.), (英) AI 산업 육성을 위한 세부 방안('17.10.), (中) 차세대 AI 발전계획('17.7.), (인도) AI Task Force Report('18.3.), (日) AI 산업화 로드맵('17.4.)

- 인공지능 기술은 진화의 변곡점에 진입하면서, 향후 폭발적인 성장이 예측되나, 한국의 인공지능 기술력은 주요 선진국 대비 취약

- 현재 인공지능 기술은 장기간 축적된 연구의 산물이며, 향후 빠르게 진화 전망

[그림 1-2] 인공지능 기술 발전 전망



자료 : 과학기술정보통신부(2018), “I-Korea 4.0 실현을 위한 인공지능(AI) R&D 전략”

- 한국의 인공지능 기술력은 주요국 대비 1~1.8년 뒤쳐진 상황이며²⁾, 인공지능 인재도 2022년까지 9,986명이 부족³⁾

* 인공지능 기술격차: 미국 1.8년, 중국 1.4년, 일본, 1.4년, EU 1년

- 주요국들의 인공지능 연구역량을 비교하고 시사점을 도출하고자 함

- 주요국들의 인공지능 연구 성과 지표를 양·질적 측면에서 분석

* 양적측면에서는 인공지능 학술논문의 양, 질적 측면에서는 인용도, 연구협력 네트워크 등의 요소를 고려

- 20개국을 선정하여⁴⁾ 학술 DB를⁵⁾ 중심으로, 네트워크 분석⁶⁾ 등을 통해 연구역량을 비교

2) IITP(2017), “AI기술수준 추이”

3) SPRi(2018), “유망 SW분야의 미래일자리 전망”

4) Topuniversities.com에서 발표한 2017 computer science and information system top 100개 대학의 국적을 기준으로 20개국을 선정

5) Elsevier DB를 활용하였으며, SCI, 국제컨퍼런스, Book chapter 등의 형태를 모두 포함

6) 사회 네트워크(social network)는 개인이나 기관이 친구 관계, 거래 관계, 정보 제공 등과 같은 다양한 연결 관계에 의해 구성된 사회적 구조이며, 이 네트워크는 노드들(nodes)과 그들 사이의 관계(edge) 혹은 링크(link)에 의해 표현됨. 본 연구에서는 Gephi를 프로그램을 이용해 분석

II 인공지능 연구역량 비교

① 학술연구 건수

- 중국, 미국, 인도 등을 중심으로 인공지능 학술연구의 양은 크게 늘어나고 있으며, 한국은 20개국 중 9위이나 성장률은 매우 낮은 수준
 - 2013~2017년 동안 20개국의 인공지능 학술연구 양은 연평균 9.16% 성장 중임
 - 중국은 5년간 49,096건으로 1위를 차지하였으며, 미국이 30,966건으로 2위, 인도가 14,237건으로 3위를 차지
 - 한국은 6,387건으로 20개국 중 9위이나, 연평균 성장률은 1.28%로 19위

<표 2-1> 인공지능 분야 학술연구 건수

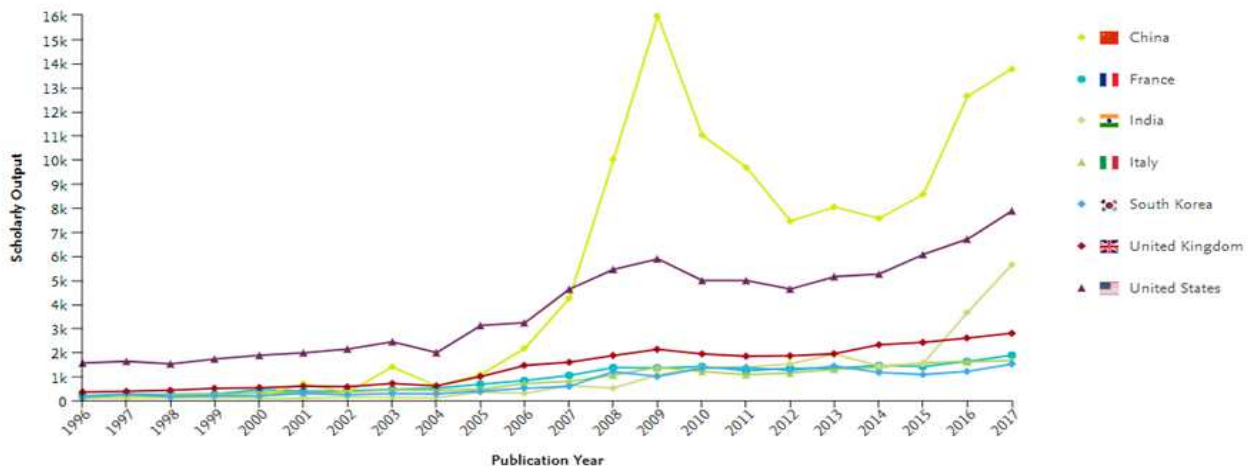
국가	5년 누계	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	CAGR
China	49096	8036	7556	8565	12636	12303	11.24
United States	30966	5146	5242	6028	6691	7859	11.17
India	14237	1926	1441	1543	3670	5657	30.91
Japan	12799	2620	2370	2018	2777	3014	3.56
United Kingdom	12036	1942	2317	2410	2583	2784	9.42
Germany	9802	1704	1844	1761	2071	2422	9.19
France	7695	1337	1453	1401	1607	1897	9.14
Italy	7526	1301	1379	1561	1603	1682	6.63
South Korea	6387	1432	1164	1077	1207	1507	1.28
Australia	6165	1171	1205	1190	1292	1307	2.78
Canada	5941	1101	1065	1085	1261	1429	6.74
Taiwan	5060	1021	1054	1069	954	962	-1.48
Singapore	3149	552	610	500	736	751	8.00
Netherlands	2657	530	491	465	566	605	3.36
Hong Kong	2373	400	499	473	525	476	4.44
Switzerland	2012	378	384	367	454	429	3.21
Russia	1823	163	196	208	583	673	42.55
Sweden	1748	305	357	300	407	379	5.58
Belgium	1655	301	328	323	351	352	3.99
Israel	1506	270	276	253	290	417	11.48

자료 : Elsevier DB(2013년~2017년)기반 SPRI 분석

□ 특히, 중국과 인도의 양적 성장이 두드러지며 정부 정책이 이를 뒷받침

- 중국은 양적 측면에서 미국을 2007년에, 인도는 영국을 2016년에 추월

<그림 2-1> 주요국 인공지능 학술연구 증가 추세



자료 : Elsevier DB(1996년~2017년)기반 SPRi 분석

- 중국은 2005년부터 지능언어 지원 사업을 적극 추진하였고, 2015년 이후에는 인공지능 육성정책을 지속 발표하고 실행
 - 2005년부터 국가자연과학기금위, 과기부, 공업정보화부가 주축이 되어 지능언어 사업을 적극 추진

<표 2-2> 중국의 지능언어 지원 사업

연도	지원기관	지원 사업
2005	국가자연과학기금위	중국어와 영어 감지 차이 메커니즘 및 응용연구
2005	과기부(973계획)	자연언어 이해의 인터랙션 엔진 연구
2005	과기부(973계획)	구어 언어정보의 분석 및 식별
2006	과기부(863계획)	다국어 합성 관건 기술 연구 및 응용제품 개발
2006	과기부(863계획)	콘텐츠 기반의 고성능 언어 검색기술 탐색 연구
2006	과기부(863계획)	다국어 자연 구어대화 시스템 핵심기술 연구
2006	공업정보화부(전자발전기금)	어린이 지향형 지능언어 퍼즐 시스템
2007	공업정보화부(전자발전기금)	언어 산업 응용 집적 공공서비스 플랫폼
2008	공업정보화부(전자발전기금)	티벳어 위주의 소수민족 언어 플랫폼 SW개발 및 산업화
2009	국가자연과학기금위	시청각 정보의 인지계산
2009	국가자연과학기금위	다자간 대화중의 언어분리, 콘텐츠 분석 및 이해
2009	국가발전개혁위원회	지능언어기술 국가 기업기술센터 설립

자료: 국가공업정보안전발전연구센터(2017), “Annual Report on Artificial Intelligence(2016~2017)”; 한중과학기술협력센터(2017), “중국의 인공지능 발전 동향” 재구성

- 2015년부터는 국무원과 관련 부처가 인공지능 육성정책을 발표하며 정책지원을 확대

* 국가 혁신센터를 마련하여 인공지능 기초이론, 공용기술, 응용기술 등 공동연구 추진, 대학 내 인공지능 학과 교과과정 마련 및 인공지능과 기타 학과의 교차융합 지원, 인공지능 고급인력의 해외 학술교류 지원 사업이 포함

<표 2-3> 중국 인공지능 국가정책 및 주요내용

발표 시기	주무부서	정책 명	주요내용
2015. 5	국무원	인터넷플러스 행동의 지도의견 (互聯網+ 行動的指導意見)	인터넷플러스 융합 항목에 인공지능 포함
2016. 5	국가발전개혁위원회, 과학기술부, 공업정보화부, 중앙네트워크판공실 (中央网信辦)	인터넷플러스 인공지능 3년 행동 실시방안 (互聯網+ 人工智能三年行動實施方案)	인공지능 영역 칩셋, 센서, 저장시스템, 네트워크 설비 등 생태계 구축
2017. 3	과학기술부	과학기술혁신2030-주요프로젝트 (科技創新2030-重大項目)	인공지능 2.0 추가, 국가전략으로 격상
2017. 7	국무원	차세대 인공지능 발전규획 (新一代人工智能發展規劃)	2030년까지 인공지능 전 영역 (기술 및 응용 + 이론) 선도

자료 : 腾讯(2017), “2017互联网科技创新白皮书(Internet Technology Innovation White paper)”

- 인도는 2014년 모디 정부 출범 후 디지털 인도(Digital India), 스타트업 인도(Start-up India), 제조 인도(Make in India), 스킬 인도(Skill India) 등의 정책을 지속 발표하고 산업혁신을 추진⁷⁾

* 디지털 인도(Digital India) 등의 프로그램을 통해 인공지능, 머신러닝, 3D 프린팅에 투자된 정부 예산 4억 7,700만 달러에 이르렀음⁸⁾

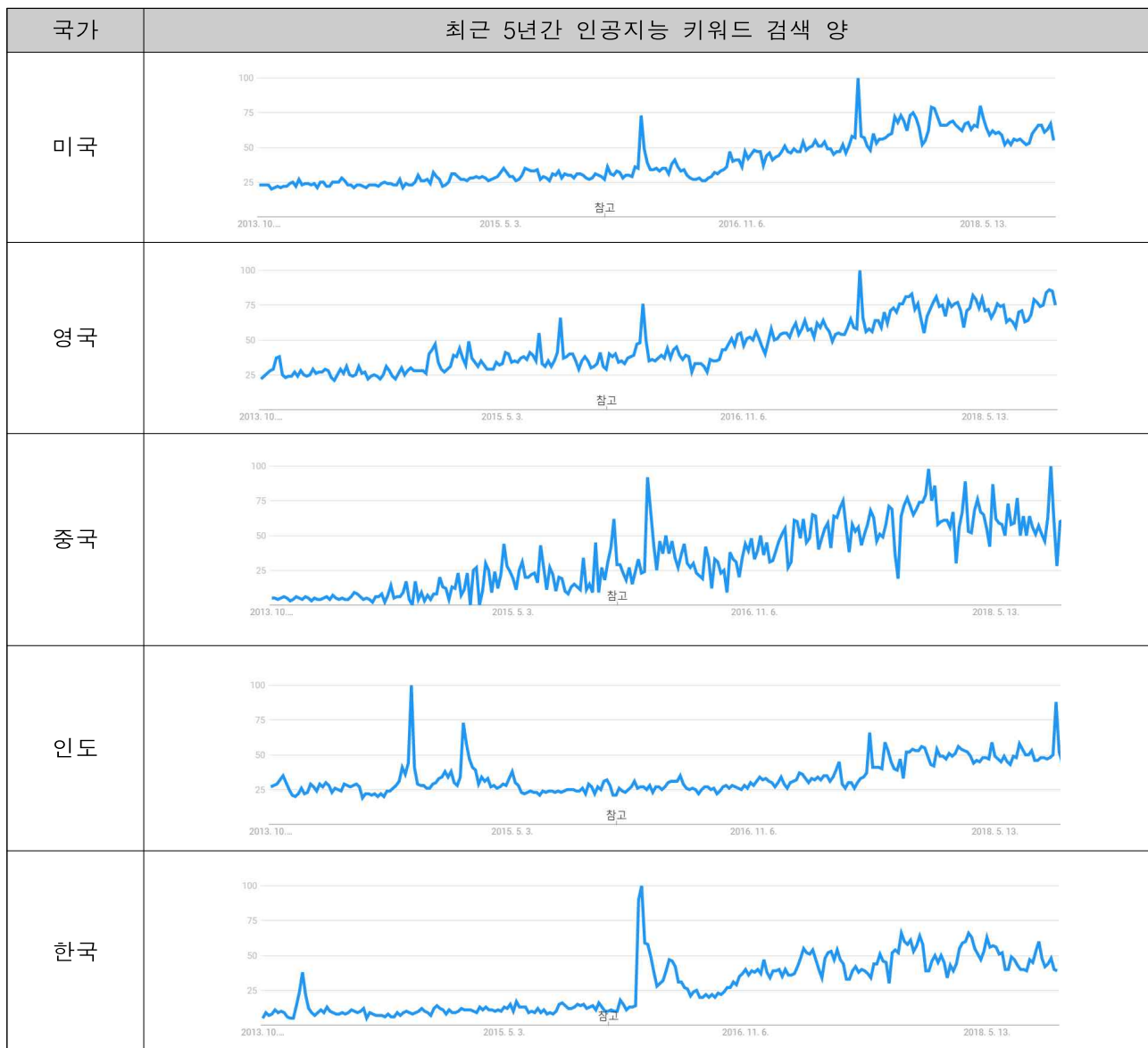
□ 인공지능 연구양이 많은 국가에서 국민들의 인공지능에 대한 관심도도 높게 나타남

- 미국, 영국, 중국, 인도 등에서는 최근 5년간(2014.9~2018.9월) ‘인공지능’ 구글 검색량이 지속적으로 증가하고 있는 추세
- 한국의 경우, 이세돌과 알파고 대국 시점에서 검색량이 급격히 늘어났으며, 이전에는 주요국 대비 검색 비중이 낮게 나타남

7) 대외경제정책연구원(2018), “신남방 시대, 인도 모디노믹스 성과와 한·인도 협력과제”

8) Brookings Institution(2018.5), “Artificial intelligence and data analytics in India”

<그림 2-2> 주요국의 인공지능 구글 검색 비중



자료 : Google Trends 기반⁹⁾ SPRi 분석

② 피인용 수

□ 피인용 수 기준으로 1위는 미국이며, 연구 양 대비 피인용 비중이 낮은 국가는 인도, 일본 등 임

- 피인용 수 기준으로 미국이 128,653건으로 1위이며, 중국이 80,059건으로 2위, 3위는 영국으로 59,460건 임

9) y축 수치는 특정 지역 및 기간을 기준으로 차트에서 가장 높은 지점 대비 검색 관심도를 나타내며 낮은 검색빈도가 가장 높은 검색어의 경우 100, 검색빈도가 그 절반 정도인 검색어의 경우 50, 해당 검색어에 대한 데이터가 충분하지 않은 경우 0으로 나타남

- 오스트리아와 캐나다는 피인용 수 기준으로 연구 건수 순위 대비 6계단이나 높아, 논문의 양 대비 인용이 많이 되고 있으며, 싱가포르와 홍콩도 유사한 양상을 보임
- 반대로, 인도와 일본은 피인용 수 기준 순위가 연구 건수 대비 각각 6계단, 9계단 하락하여, 논문의 양 대비 인용은 상대적으로 낮은 상황
- 독일, 프랑스, 이탈리아는 피인용 수 순위와 연구 건수 순위 변동이 없었으며, 한국은 피인용 수 기준으로 12위이며, 연구 건수 순위 대비 3계단 하락

<표 2-4> 연구건수 및 피인용수 순위

순위	국가	연구 건수	순위	국가	피인용수
1	China	50606	1	United States	128653
2	United States	31012	2	China	80059
3	India	14198	3	United Kingdom	59460
4	Japan	12892	4	Australia	36359
5	United Kingdom	12055	5	Canada	34133
6	Germany	9818	6	Germany	31858
7	France	7691	7	France	28383
8	Italy	7522	8	Italy	26069
9	South Korea	6394	9	India	25720
10	Australia	6233	10	Singapore	22999
11	Canada	5988	11	Hong Kong	21574
12	Taiwan	5059	12	South Korea	19321
13	Singapore	3147	13	Japan	18018
14	Netherlands	2662	14	Taiwan	16371
15	Hong Kong	2378	15	Switzerland	14545
16	Switzerland	2010	16	Netherlands	13394
17	Russian Federation	1849	17	Belgium	9111
18	Sweden	1748	18	Israel	6290
19	Belgium	1648	19	Sweden	5140
20	Israel	1509	20	Russian Federation	1757

주: 순위변동은 연구건수 순위와 피인용수 순위의 차이를 의미하며, self citation은 제외한 수치

자료 : Elsevier DB(2013년~2017년)기반 SPRi 분석

- 홍콩, 싱가포르, 스위스는 각각 편당 피인용수 순위 1,2,3위를 차지하며 양적 열세를 질적 측면에서 보완
- 편당 피인용 수 기준으로 홍콩이 9.07건으로 1위이며, 싱가포르가 7.30건으로, 3위는 스위스로 7.23 건임
 - 홍콩, 싱가포르, 스위스 이스라엘은 편당 피인용 수 순위가 피인용 수 기준 대비 대폭 상승하였으며, 이는 연구의 양적 측면은 열세이나, 질적 측면에서 우위에 있다는 의미
 - 중국의 경우는 편당 피인용 수 순위가 18위로 피인용수 순위 대비 16계단 하락하였으며, 인도도 8계단 하락
 - 한국의 경우 편당 피인용수 순위가 15위로 피인용수 순위 대비 3계단 하락

<표 2-5> 연구건수 및 피인용수 순위

순위	국가	피인용 수	순위	국가	편당 피인용 수
1	United States	128653	1	Hong Kong	9.072329689
2	China	80059	2	Singapore	7.30823006
3	United Kingdom	59460	3	Switzerland	7.236318408
4	Australia	36359	4	Australia	5.833306594
5	Canada	34133	5	Canada	5.700233801
6	Germany	31858	6	Belgium	5.528519417
7	France	28383	7	Netherlands	5.031555222
8	Italy	26069	8	United Kingdom	4.932393198
9	India	25720	9	Israel	4.168323393
10	Singapore	22999	10	United States	4.148490907
11	Hong Kong	21574	11	France	3.690417371
12	South Korea	19321	12	Italy	3.465700612
13	Japan	18018	13	Germany	3.244856386
14	Taiwan	16371	14	Taiwan	3.236015023
15	Switzerland	14545	15	South Korea	3.02173913
16	Netherlands	13394	16	Sweden	2.940503432
17	Belgium	9111	17	India	1.81152275
18	Israel	6290	18	China	1.582006086
19	Sweden	5140	19	Japan	1.397610922
20	Russian Federation	1757	20	Russian Federation	0.950243375

주: 순위변동은 피인용수 순위와 편당 피인용수 순위의 차이를 의미하며, self citation은 제외한 수치
 자료 : Elsevier DB(2013년~2017년)기반 SPRi 분석

□ 피인용수 기준 상위 1% 연구 수는 미국이 1위이며, 전체 연구 건수에서 상위 1% 연구가 차지하는 비중은 싱가포르가 1위

- 상위 1% 연구 수는 미국이 241건으로 1위, 영국이 129건으로 2위를 차지
- 싱가포르, 홍콩은 전체 연구 수에서 상위 1%가 차지하는 비중이 각각 1, 2위로 양적으로는 다른 주요국에 비해 열세지만, 질적으로 강세를 보임
- 한국은 상위 1% 연구가 28개로 11위이며, 전체 연구에서 차지하는 비중은 14위

<표 2-6> 상위 1% 연구 수 및 비중

순위	국가	상위 1% 연구 수	순위	국가	상위 1%연구 수 /전체 연구 수
1	United States	241	1	Singapore	2.2
2	United Kingdom	129	2	Hong Kong	2.1
3	Australia	100	3	Australia	1.6
4	Singapore	70	4	Switzerland	1.3
5	China	65	5	United Kingdom	1.1
6	Canada	60	6	Belgium	1
7	Germany	49	7	Canada	1
8	Hong Kong	49	8	Sweden	0.9
9	India	40	9	United States	0.8
10	France	35	10	France	0.5
11	South Korea	28	11	Germany	0.5
12	Switzerland	26	12	Israel	0.5
13	Italy	25	13	Netherlands	0.4
14	Japan	24	14	South Korea	0.4
15	Belgium	17	15	India	0.3
16	Sweden	15	16	Italy	0.3
17	Netherlands	11	17	Japan	0.2
18	Taiwan	11	18	Taiwan	0.2
19	Israel	7	19	China	0.1
20	Russian Federation	2	20	Russian Federation	0.1

자료 : Elsevier DB(2013년~2017년) 기반 SPRI 분석

□ 특허에 인용된 연구 건수는 미국이 1위이며, 연구 1,000건당 특허 인용 연구 수는 이스라엘이 1위

- 특허에 인용된 연구 수는 미국이 24,386건으로 1위이며, 영국이 4,002건으로 2위
- 연구 1,000건 당 특허에 인용된 연구 수는 이스라엘이 4.7건으로 1위이며, 홍콩이 4.1건으로 2위

- 한국은 특허에 인용된 연구 수, 연구 1,000건당 특허 인용 연구 수 모두 9위

<표 2-7> 특허 인용 연구 수

순위	국가	Patent-Citations Count	순위	국가	Patent-Citations/ 연구 1,000건
1	United States	24386	1	Israel	4.7
2	United Kingdom	4002	2	Hong Kong	4.1
3	Canada	2953	3	Singapore	3
4	France	2706	4	United States	2.2
5	Japan	2445	5	Canada	1.8
6	Germany	2371	6	Taiwan	1.8
7	China	2338	7	France	1.4
8	Israel	1642	8	United Kingdom	1.3
9	South Korea	1322	9	South Korea	1.3
10	Italy	1206	10	Switzerland	1.3
11	Taiwan	1130	11	Netherlands	1.1
12	Hong Kong	1079	12	Japan	0.9
13	Netherlands	1001	13	Germany	0.9
14	Australia	938	14	Belgium	0.9
15	Switzerland	834	15	Australia	0.8
16	Singapore	813	16	Italy	0.7
17	India	583	17	Sweden	0.5
18	Belgium	450	18	China	0.4
19	Sweden	332	19	India	0.4
20	Russian Federation	53	20	Russian Federation	0.1

주: Patent-Citation Count: 해당 국가의 연구가 특허에 인용된 수

Patent-Citations Count per Scholarly Output: 해당 국가 논문 1,000개당 특허 인용 수

자료 : Elsevier DB(1996년~2017년)기반 SPRI 분석

③ 연구협력 네트워크

□ 인공지능 연구 선도국들은 연구협력 네트워크의 중심에 위치

- 네트워크 분석결과, 미국, 영국 등 주요국의 중심성 값이 크게 나타났으며, 이는 이들을 중심으로 다수의 연구협력이 이루어지고 있다는 의미
 - 미국은 연결중심성¹⁰⁾, 근접 중심성¹¹⁾, 매개 중심성¹²⁾ 지표 모두 1위
 - 영국, 프랑스, 이탈리아는 3개 중심지표 모두 5위 내에 위치

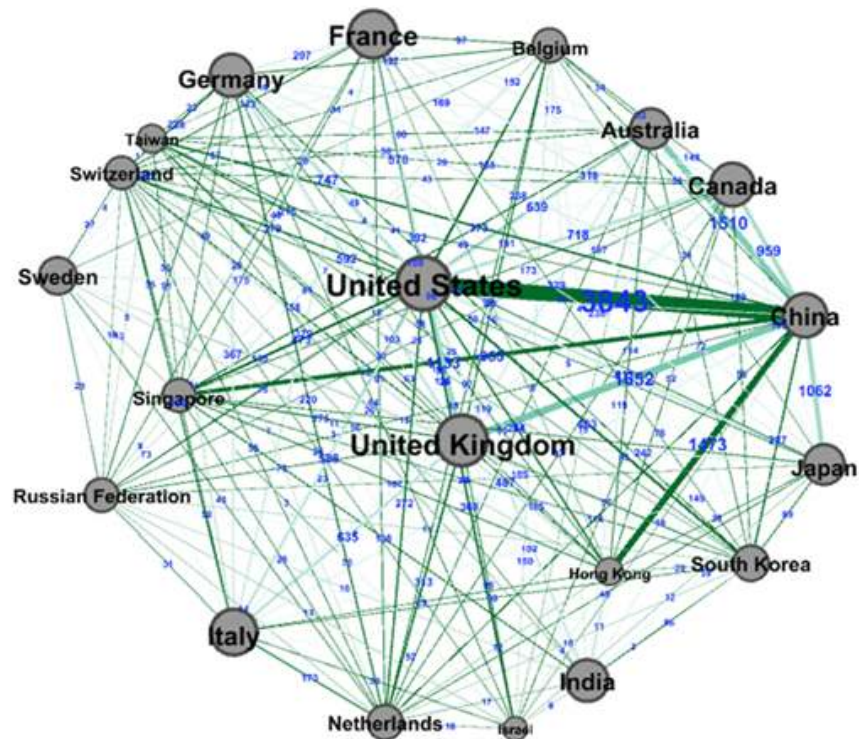
10) 네트워크의 중심성을 측정하는 척도로, 한 Node에 연결된 모든 Edge의 개수로 중심성을 평가

11) 근접 중심성은 네트워크 내의 간접적 연결까지 고려하여 전체 네트워크에서 한 Node와 다른 전체 Node간의 거리를 강조. 정보의 전파과정은 여러 단계를 거치면 왜곡 될 가능성이 있기 때문에 근접 중심성이 높은 노드는 더 높은 정확도를 갖는 정보를 받을 수 있다는 장점이 존재

12) 매개 중심성은 직접 연결되어 있지 않은 Node들 간 관계를 통제 또는 중개하는 정도. 즉, A도시의 중요성을 보기 위해서는 A를 제외한 도시에 사는 사람들이 다른 도시로 이동할 때 얼마나 A를 거쳐 가는지를 살펴보면 된다는 아이디어에 기반

- 한국은 연결중심성 12위, 근접중심성 12위, 매개중심성 11위 임

<그림 2-3> 인공지능 연구협력 네트워크 구조



<표 2-8> 네트워크 중심성 지표

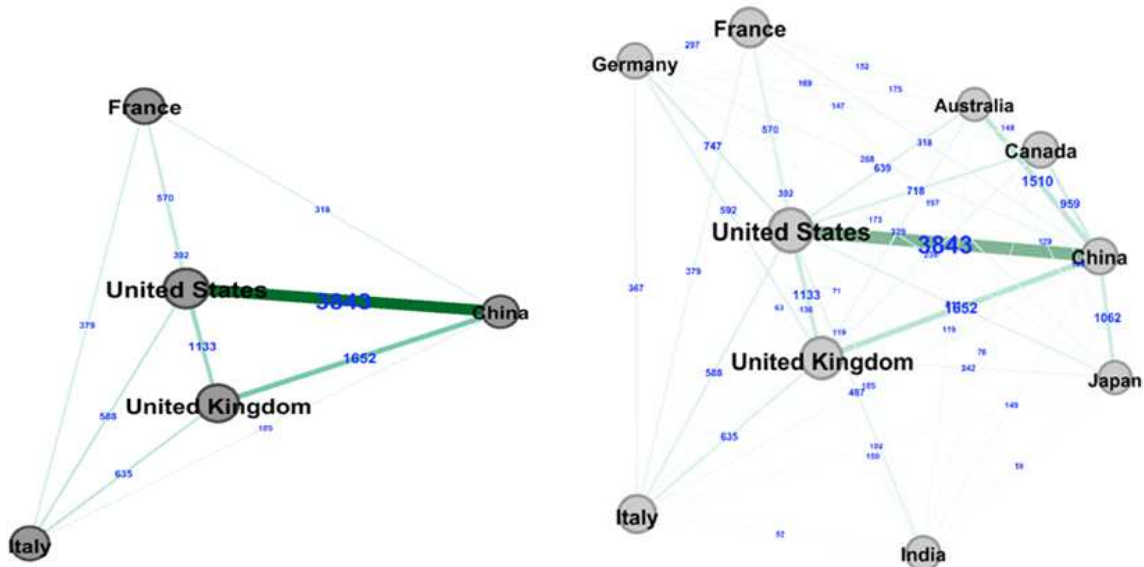
순위	국가	연결중심	순위	국가	근접중심	순위	국가	매개중심
1	United States	115	1	United States	0.861	1	United States	0.128
2	UK	109	2	UK	0.830	2	France	0.111
3	France	102	3	France	0.796	3	UK	0.111
4	Italy	98	4	Italy	0.778	4	Italy	0.077
5	China	93	5	China	0.756	5	Canada	0.073
6	Canada	92	6	Canada	0.752	6	Japan	0.064
7	Germany	91	7	Germany	0.748	7	China	0.058
8	India	89	8	India	0.740	8	India	0.047
9	Australia	85	9	Japan	0.724	9	Germany	0.045
10	Japan	85	10	Australia	0.724	10	Australia	0.045
11	Sweden	78	11	Sweden	0.698	11	South Korea	0.031
12	South Korea	74	12	South Korea	0.685	12	Sweden	0.025
13	Netherlands	73	13	Netherlands	0.681	13	Netherlands	0.022
14	Belgium	71	14	Belgium	0.674	14	Russia	0.019
15	Russia	70	15	Russia	0.671	15	Belgium	0.015
16	Singapore	69	16	Singapore	0.668	16	Singapore	0.012
17	Switzerland	68	17	Switzerland	0.665	17	Switzerland	0.011
18	Taiwan	58	18	Taiwan	0.634	18	Taiwan	0.006
19	Hong Kong	55	19	Hong Kong	0.625	19	Hong Kong	0.004
20	Israel	48	20	Israel	0.606	20	Israel	0.003

※ 자료 : Elsevier DB(2013년~2017년)기반 SPRI 분석

□ 인공지능 연구역량이 높은 국가 간 강한 협력 체계가 구축

- 미국과 중국은 3,843건, 미국과 영국 1,133건, 영국과 중국 1,652건의 협력연구가 추진되는 등 인공지능 연구 성과가 높은 나라 간 강한 협력체계가 형성되어 있음

<그림 2-4> 연결 중심 성 값 기준 상위 5개국(좌), 10개국(우) 협력 네트워크



※ 자료 : Elsevier DB기반 SPRi 분석

□ 전체 연구 중 산학협력 비중이 가장 높은 국가는 이스라엘

- 이스라엘은 전체 인공지능 연구 중 9.7%가 산학협력으로 추진
 - 주요 참여 기업은 Microsoft USA 66건, IBM 47건, google 8건 등 임
- 스웨덴은 산학협력 비중이 7%로 2위를 차지했으며, 3위는 미국 6.8%
 - 스웨덴의 산학협력 참여 기업은 ABB 34건, Volvo 19건, Ericsson 10건 등 임
- 중국의 산학협력 비중은 1.7%, 인도는 1.3%로 상대적으로 낮은 수준
- 한국의 산학협력 비중은 3.5%로 12위를 차지

<표 2-9> 산학협력 연구 비중

	국가	전체 연구 중 산학협력 연구 비중
1	Israel	9.7
2	Sweden	7
3	United States	6.8
4	Switzerland	6
5	Germany	5.4
6	France	4.6
7	Japan	4.5
8	United Kingdom	4.2
9	Netherlands	4
10	Singapore	3.7
11	Belgium	3.6
12	South Korea	3.5
13	Hong Kong	3
14	Italy	2.7
15	Canada	2.6
16	Australia	2
17	China	1.7
18	India	1.3
19	Taiwan	0.8
20	Russian Federation	0.8

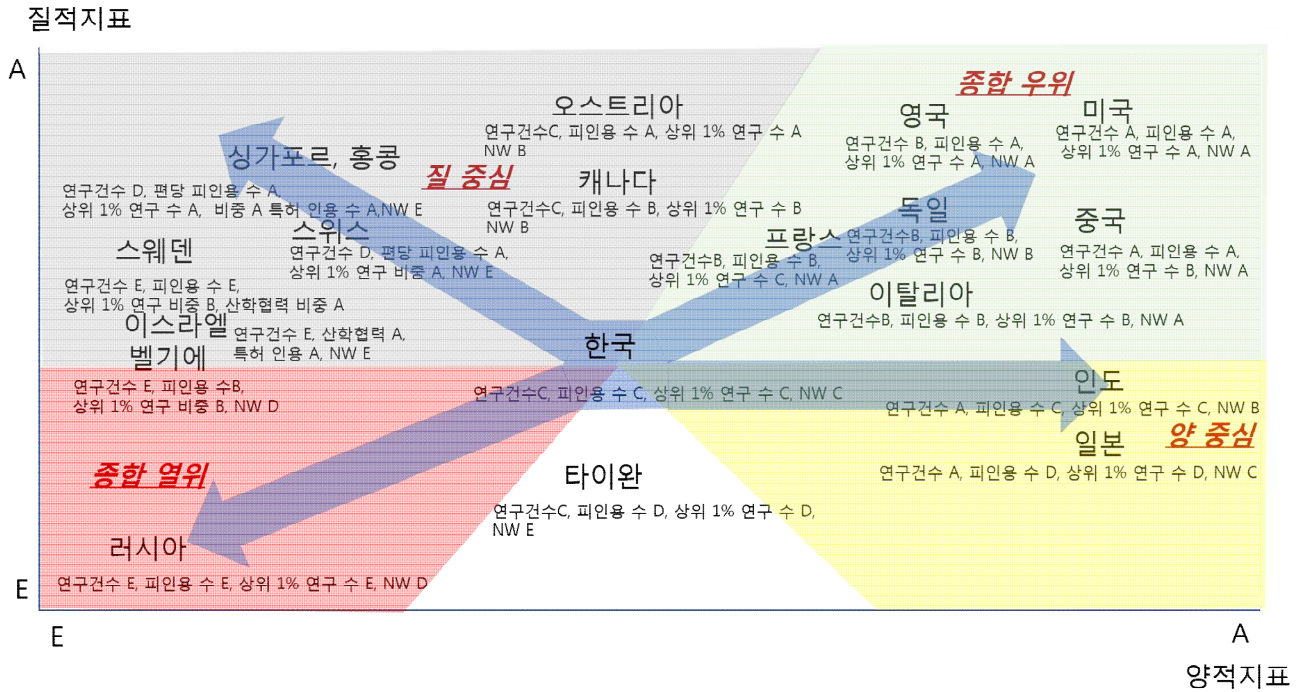
※ 자료 : Elsevier DB(2013년~2017년)기반 SPRI 분석

④ 연구역량 유형 비교

- 인공지능 연구역량 형태는 종합우위, 질 중심, 양 중심, 종합 열위 군으로 분류 가능하며, 한국은 선택과 집중이 필요한 갈림길에 위치
- 종합우위 : 양, 질적 지표가 모두 우수한 미국, 영국 등이 해당
 - 질 중심 : 양적지표는 저조하나, 질적 지표가 우수한 스위스, 홍콩 등이 해당
 - 양 중심: 양적지표는 좋으나, 질적 지표가 저조한 인도, 일본 등이 해당
 - 종합 열위: 양, 질적 지표가 모두 좋지 않은 경우로 러시아가 이에 해당

- 한국의 경우 대부분의 지표가 12~14위인 애매모호한 지점(Stuck in the middle)¹³⁾에 위치하여 향후 방향성 정립이 중요한 시점

<그림 2-4> 인공지능 연구역량 유형 분류



13) stuck in the middle이란 본원적 전략 중에 어느 것도 명확히 선택하지 못한 채 어중간한 상태로 빠지게 되어있다는 의미. 전략경영에서 원가 우위와 차별화 우위는 동시에 확보하기가 매우 어려운, 소위 '상충관계(trade off)'에 놓여 있으며, 이에 전통적인 관점의 전략에서는 원가 우위든 차별화 우위든 한 가지를 선택해 그 우위가 극대화될 수 있도록 자원과 조직 역량을 집중해야 한다고 주장. 포터 교수는 이 둘을 동시에 확보하려는 기업은 자칫 '이도저도 아닌 상태', 즉 'Stuck in the middle'의 함정에 빠질 수 있다고 경고

III 시사점

- 인공지능 연구역량 확보를 위한 국가 간 경쟁이 치열해 질 전망이며, 인공지능 선도국과의 격차가 더욱 심화될 우려
 - 2013~2017년간 주요 20개국의 인공지능 학술연구 양이 연평균 9.16% 성장 중이고, 국가차원의 인공지능 육성정책이 지속 발표 되고 있음을 고려 시, 기술주도권 확보 경쟁은 더욱 거세질 전망
 - 또한, 인공지능 강자연합 연구협력 네트워크가 형성되어 향후 인공지능 기술경쟁력 격차가 심화될 우려가 존재
 - 미국, 영국, 중국 등 인공지능 연구역량이 높은 국가 간 강한 연구협력 네트워크가 형성
 - 미국과 중국은 무역 분쟁 하에서도 인공지능 기술선도를 위해 협력하는 코퍼티션(Cooperation+Competition) 상황
 - 중국 교육부는 미국과 공동으로 中-美 대학 인공지능 인재 육성 연맹을 출범하는 계획을 포함하는 인공지능 인재 육성 계획안을 발표(2018.4월)
 - * 중국과 미국 대학 인공지능 교육 및 과학 연구 교류 협력, 중국 대학의 인공지능 교수 자질 및 수준 향상, 중국 대학 인재 육성 능력 및 수준 향상, 중국 대학 인공지능 학과 체계 확립 등이 포함
- 국가별로 자국의 특성을 고려하여 인공지능 연구역량을 확보하고 있으나, 한국은 어중간한 상태(Stuck in the middle)에 직면
 - 미국과 영국은 양·질적인 측면에서 모두 우위를 유지하고 있으며, 중국은 인공지능 연구의 양적 측면에서 미국을 2007년 추월 후, 질적 보완을 지속
 - * 인도는 최근 5년간 인공지능 연구 건수가 연평균 31% 급성장하며, 영국을 2016년에 추월하였고 향후 질적 고도화기로 접어들 전망
 - 스위스, 홍콩, 싱가포르 등 강소국들은 질적 연구 중심으로 인공지능 연구역량을 확보하여 경쟁력을 강화 중

- 한국은 선택과 집중이 필요한 상황이며 경제규모를 고려 시, 종합 우위 군이나 양중 심 보다 질 중심의 인공지능 역량 확보 전략이 바람직할 것으로 사료됨
 - 인공지능 연구역량의 질적 수준을 높여 약점을 보완하고, 한국의 강점과 기회를 접목하는 방안을 고려
 - 많은 산업분야가 인공지능 적용을 시작하는 단계이므로 전략적 접근 시 경쟁력 확보 가능¹⁴⁾
- * AI는 데이터 학습을 근간으로 하는 바, 특정 분야 데이터를 확보 학습시킨 AI는 해당 산업 영역에서 충분한 경쟁력을 가질 수 있으며 타 기술산업 혁신에도 적용가능

<그림3-1> 한국 인공지능 경쟁력의 SWOT 분석

강 점 (S)	약 점 (W)
○ OS 없이 ICT 강국으로 도약한 경험 ○ 풍부한 데이터와 AI활용을 준비 하는 다수의 고도화된 산업군 ○ C-P-N-D 분야별 역량을 갖춘 기업 ○ 기술수용성이 높은 소비자층	○ AI 분야 기술경쟁력 취약 ○ 양·질적으로 부족한 AI인재 ○ 기계학습용 데이터와 컴퓨팅파워 부족 ○ 개방·협력형 비즈니스 마인드 부족
기 회 (O)	위 험 (T)
○ 이제 막 개화한 AI시장 ○ AI 알고리즘의 대부분 오픈소스 공개 ○ 범용 AI플랫폼 없이도 수익창출 가능 ○ AI기반 지능화로 他산업에서 성과 창출 기대	○ 美·中 등 선도국과의 기술격차 심화 ○ 글로벌 기업의 국내진출 가속화

자료 : 과학기술정보통신부(2018), “I-Korea 4.0 실현을 위한 인공지능(AI) R&D 전략”

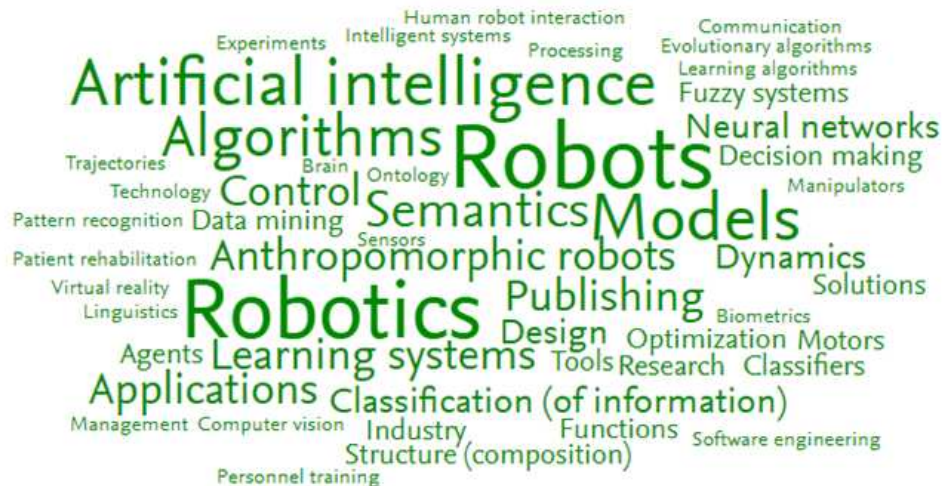
□ 질 중심의 전환을 위해 다양한 정책지원 방안 모색이 필요

- 인공지능 선도국과 연구협력 재원 확대, 국가 연구과제 사업 선정 시 선도국과의 연구협력에 가점 부여 등 정책지원 시 질적 요소를 강화
- 인공지능 산학협력, 특허지원 등에도 정책지원을 확대
- 향후 설립될 인공지능 대학원, 혁신아카데미 등에도 인공지능 국제 교류 프로그램과 산학협력 과제를 적극 지원

14) 과학기술정보통신부(2018), “I-Korea 4.0 실현을 위한 인공지능(AI) R&D 전략”

- 인공지능 차별화 영역을 발굴하고 육성
 - 이탈리아에서는 인공지능을 환자재활(Patient rehabilitation), 의인화 로봇(anthropomorphic) 등에 적극 적용하는 방안을 연구 중

<그림 3-2> 최근 5년간 이탈리아의 인공지능 연구 키워드



자료 : Elsevier DB(2013년~2017년)기반 SPRi 분석

- 한국의 경우, 교육열은 높으나 인공지능 활용이 상대적으로 저조한 교육 분야 등 차별화 영역을 발굴하고 육성
- * 한국의 25세 이상 34세 이하 청년층의 고등교육 이수율은 70%로 2008년 이후 OECD 최고수준인 반면 고등교육 공교육비에 대한 정부투자비중은 34%로 OECD평균인 70%대비 낮은 상황¹⁵⁾
- * 인공지능은 개인 맞춤 학습 제공, 학습 몰입도 측정, 학사 행정 자동화 등 교육의 다양한 분야와 접목 중임¹⁶⁾

<표 3-1> 교육 분야 인공지능 활용 사례

활용분야	내용
개인 맞춤형 학습	- Arizona State University는 인공지능 기반 ALEK¹⁷S를 활용하여 2015년 62%이었던 대수학(Algebra) 과정 이수율을 2017년 74%로 높였으며 100만 달러의 비용을 절감 - dreambox Learning은 초중 학생을 대상으로 인공지능을 활용한 개인 맞춤형 수학 학습 과정을 게임 방식으로 구성하여 40시간을 투입한 결과 평균 10.5점이 증가
학습 몰입도 측정	- 중국 교육기업 VIPKID 안면인식 인공지능 기술을 이용하여 1:1 영어 온라인 화상 수업 시 학생의 학습 몰입 수준을 측정하여 반영
학사행정 자동화	- Georgia Tech University는 인공지능 조교 Jill Watson을 활용하여 행정 부담을 40% 완화 - Georgia State University는 인공지능 조교 Pounce를 활용하여 입학자 등록 비중을 21% 향상

자료 : 소프트웨어정책연구소(2018), “교육혁신의 동력, 인공지능”

- ☐ 향후 학술데이터 외에 다양한 산업 데이터들을 결합한 통합 역량 수준을 비교하고 모니터링 하는 방안도 검토

15) 교육부(2017), “OECD 교육지표 2017”

16) 소프트웨어정책연구소(2018). “교육혁신의 동력, 인공지능”

17) Assessment and LEarning in Knowledge Spaces

[참고문헌]

1. 국내문헌

- [1] 과학기술정보통신부(2018), “I-Korea 4.0 실현을 위한 인공지능(AI) R&D 전략”
- [2] 국가공업정보안전발전연구센터(2017), “Annual Report on Artificial Intelligence(2016~2017)”
- [3] 교육부(2017), “OECD 교육지표 2017”
- [4] 대외경제정책연구원(2018), “신남방 시대, 인도 모디노믹스 성과와 한·인도 협력과제”
- [5] 소프트웨어정책연구소(2018), “유망 SW분야의 미래일자리 전망”
- [6] 소프트웨어정책연구소(2018), “교육혁신의 동력, 인공지능”
- [7] 한중과학기술협력센터(2017), “중국의 인공지능 발전 동향”
- [8] IITP(2017), “AI기술수준 추이”

2. 국외문헌

- [1] Brookings Institution(2018.5), “Artificial intelligence and data analytics in India”
- [2] McKinsey Global Institute(2018.4), “Notes from the AI frontier: Applications and value of deep learning”
- [3] 腾讯(2017), “2017互联网科技创新白皮书(Internet Technology Innovation White paper)”

주 의

1. 이 보고서는 소프트웨어정책연구소가 수행한 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용의 전부 또는 일부를 사용할 때는 반드시 소프트웨어정책연구소의 연구결과임을 밝혀야 합니다.