

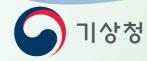
2016. KMA
2016.

^{독집} 인공지능을 접목한 기상 분야 활용

칼럼 | 기상서비스를 변화시키는 인공지능 |

정책초점 | 인공지능의 발달이 몰고 오는 변화상 | | 4차 산업혁명과 기상예보시스템의 혁신 | | 인공지능 시대를 살아가기 위한 인간 능력은? | | 인공지능의 기상정책 개발 활용 |

논단 | 인공지능 도입으로 정확도를 혁신하는 기상예보 |



『기상기술정책』

Vol.9, No.2(통권 제24호) 2016년 12월 31일 발행

등록번호: 11-1360395-000017-09

ISSN 2092-5336

『기상기술정책』지는 범정부적인 기상·기후 분야의 정책 수요에 적극적으로 부응하고, 창의적인 기상기술 혁신을 위한 전문적인 연구 조사를 통해 기상·기후업무 관련 분야 의 발전에 기여할 목적으로 발간 기획되었 습니다.

본 『기상기술정책』지는 기상·기후 분야의 주요 정책적 이슈나 현안에 대하여 집중적으로 논의하고, 이와 관련된 해외 정책동향과 연구 자료를 신속하고 체계적으로 수집하여 제공함으로써 기상 정책입안과 연구개발 전략 수립에 기여하고자 정기적으로 발행되고 있습니다.

본지에 실린 내용은 집필자 자신의 개인 의견이며, 기상청의 공식의견이 아님을 밝힙니다. 본지에 게재된 내용은 출처와 저자를 밝히는 한 부분적으로 발췌 또는 인용될 수있습니다.

원고모집

『기상기술정책』에서는 기상과 기후분야의 정책이나 기술 혁신과 관련된 원고를 모집하고 있습니다. 뜻있는 분들의 많은 참여를 부탁드립니다. 편집위원회의 심사를 통하여 채택된 원고에 대해서는 소정의 원고료를 지급하고 있습니다.

- ▶ 원고매수: A4 용지 10매 내외
- ▶ 원고마감: 수시접수
- ▶ 보내실 곳 및 문의사항은 발행처를 참고 바랍니다.
- ☞ 더 자세한 투고방법은 맨 뒷편의 투고요령을 참고바랍니다.

『기상기술정책』 편집위원회

발 행 인:고유화

편 집 기 획: 국립기상과학원 연구기획운영과

편집위원장: 조천호

편집위원:유민수, 김금란, 장동언, 전영신,

배덕효, 이우성, 박중훈, 반기성

편집간사: 김정윤, 이대근, 김인겸

발행처

주소: (63568) 제주특별자치도 서귀포시 서호북로 33

국립기상과학원

전화: 064-780-6533 팩스: 064-738-9071

E-mail: yjk@kma.go.kr

인쇄: 미래미디어

제9권 제2호(통권 제24호) 2016년 12월 31일 발행

기상기술정책

CONTENTS

특집: 인공지능을 접목한 기상 분야 활용

칼럼 03 _ 기상서비스를 변화시키는 인공지능 / 고윤화

정책초점 06 _ 인공지능의 발달이 몰고 오는 변화상 / 진석용

21 _ 4차 산업혁명과 기상예보시스템의 혁신 / 최혜봉

31 _ 인공지능 시대를 살아가기 위한 인간 능력은? / 구본권

51 _ 인공지능의 기상정책 개발 활용 / 국립기상과학원 연구기획운영과

논단 64 _ 인공지능 도입으로 정확도를 혁신하는 기상예보 / 고한석

기상서비스를 변화시키는 인공지능



고윤화 기상청장

2016년 3월 15일 프로바둑기사인 이세돌 9단은 5번의 대국에서 결국 알파고에 게 1:4로 패배하였다. 제4국에서 회심의 일격을 날리고, 2연승으로 선전할 수도 있다는 희망을 보여줬지만, 인공지능의 벽은 너무 높았다. 대회 시작 전에 많은 전문 가들이 이세돌 9단의 우세를 점쳤던 것을 생각하면, 충격적인 놀라운 결과이었다. 인간이 만든 게임 중에서 가장 복잡하다고 하는 바둑이라는 게임, 인공지능이 넘어서기엔 아직 어려울 것으로 예상됐던 바둑에서 '인간' 최고수를 '기계'가 이기는 장면은 많은 국민들을 경악시키기에 충분했던 것이다.

흔히 '인공지능'이라고 하면 마블 시네마틱 유니버스社의 인기 캐릭터 중 하나인 토니 스타크(아이언맨)의 인공지능 시스템인 「자비스」를 떠올린다. 주인공이 주문 하는 것을 손쉽게 해결해 주는가 하면, 때로는 감정까지 파악하는 시스템. 나아가 내가 어디에 있든지 서버와 연결된 인공지능과 대화하며 의사결정을 지원받을 수 있는 세상. 영화 속에서나 있을 법 했던 꿈과 같은 세상이 알파고를 통해 불가능하 기만 한 미래가 아님을 사람들은 느꼈을 것이다. 인공지능은 1950년대 다트머스 회의에서 처음 등장한 이래 기술적 제약으로 암흑기를 거쳤다. 하지만 신경망 이론 등 관련 기술에 꾸준히 매진한 전문가들의 노력은 계속되었고, 2000년대 알고리 즉의 병렬연산기법과 빅데이터 기술의 발전을 등에 업고 획기적인 수준의 인공지능이 탄생하기 시작하였다.

인공지능 프로그램으로는 구글의 알파고만 있는 것이 아니다. 2011년 미국 퀴즈쇼에서 우승한 뒤현재는 의료분야에의 본격적 진출을 추진하고 있는 IBM의 왓슨이 성공작의 하나로 불리워 진다. 음성인식을 기반으로 간단한 비서 서비스를 제공할 수 있는 챗봇은 마이크로소프트, 아마존, 구글 등 글로벌 IT기업들을 비롯해 수많은 스타트업들이 개발하고 있다. 한편, 기존 문장의 구문 단위 해석을 넘어 문장 전체를 하나의 의미로 분석함으로써 최대 85% 정확도를 높인 구글의 번역서비스도 있다. 인공지능은 서비스 분야뿐만 아니라 제조업 분야에서도 인간의 작업을 대신할 수 있는 산업용 로봇에 접목되어 스마트팩토리로의 전환을 앞당기고 있다.

기상청은 더욱더 증가할 것으로 예상되는 날씨로 인한 피해를 저감시키는 한편, 날씨예보 사용자들의 더 나은 의사결정 지원을 위해 2016년을 「영향예보」서비스 제공의 원년으로 삼고 관련 기술 개발에 매진하고 있다. 영향예보를 위해선 가상자료와 함께 다양한 분야의 영향 정보에 대한 방대한 분석이 이루어져야 하는데, 여기에 인공지능을 활용하게 되면 영향예보의 정확도를 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

딥러닝이라고 불리는 심층학습 기법을 통해 관측공백을 메우거나, 수치예보모델과 관측자료의 동화에 사용될 수 있다. 그리고 과거의 관측/일기도/위성이미지 등의 자료를 현재의 예측과정에서 패턴의 분석을 통한 예보정확도의 향상을 꾀하거나 영향분석에도 활용될 수 있을 것이다. 인공지능 캐스터와 함께 음성인식 기술을 통해 사용자의 다양한 문의사항에 대응하는 챗봇 서비스가 가능하고, 개인의 스마트기기와 연동되어 기상상황에 따른 위험정도를 미리 알려주는 서비스도 가능할 것이다.

인공지능 시스템의 확산은 우리의 일자리를 줄일 것이라는 부정적인 시각도 있기는 하지만, 앞으로 인공지능은 인간과 기계의 협력이라는 전제 하에서 인간의 윤택한 삶을 위한 매력적인 기술임이 분명하다. 아직은 미흡한 수준인 국내 인공지능 분야에서 기상청이 선도적인 역할을 하기 위해선 정확하고 조밀한 관측자료의 확보를 통해 영향예보에의 인공지능 적용 가능성을 높이고, 인공지능과 관련된 우수한 전문 인력의 확보에 힘쓰는 동시에 기존 직원들에 대한 교육이 지속되어야 할 것이다.

정 책 초 점

인공지능의 발달이 몰고 오는 변화상 전4용

4차 산업혁명과 기상예보시스템의 혁신 | 최혜봉

인공지능 시대를 살아가기 위한 인간 능력은?

인공지능의 기상정책 개발 활용 국립기상과학원 연구기획운영과

인공지능의 발달이 몰고 오는 변화상

진석용 LG경제연구원 책임연구원 syjin@lgeri.com

- 1. 인간처럼 생각하는 기계, 인공지능
- II. 인공지능의 발달과 전망
- Ⅲ. 인공지능의 활용 가능성
- Ⅳ. 인공지능 기술 발전의 불안요소
- V. 인공지능 시대를 위한 준비

답러닝 방식의 인공지능을 필두로 인공지능 관련 연구는 이론적 기반, 필요한 정보(데이터)를 신속하게 처리하기 위한 컴퓨터의 성능, 기계의 학습능력이란 세 가지 한계를 차례대로 돌파하면서 발전해 왔다. 2010년대 이후부터 인공지능의 상용화를 추진하려는 시도들이 점차 늘어나 서비스~제조업에 이르기까지 다양한 분야에서 인공지능의 활용성에 대해 연구하고 있다. 문자나 음성인식 기반의 생활 밀착형 서비스, 수술 및 질병 진단, 가상비서, 번역과 같은 서비스 영역은 물론 스마트 팩토리 등의 제조업에서도 널리 활용성이 시험되고 있다. 기상분야에서의 적용을 위해서는 인공지능의 학습능력을 극대화하기 위해 서비스의 기본이 되는 관측자료의 품질강화가 선행되어야 한다. 한편, 인공지능 기술의 확산으로 인해 일자리 감소를 비롯해 인공지능-인간 혹은 인공지능 간의 충돌에 관한 문제점이 야기되고 있는데, 먼 미래가 아닌당면한 현실로서 관련 법·제도를 정비하려는 시도가 지속되어야 할 것이다. ■

I. 인간처럼 생각하는 기계, 인공지능

지능이 무엇인지에 대한 의견은 학문 분야나 학자들에 따라 다양하다. 사회학에서 지능이란 문제를 해결하고 인지적 반응을 나타내는 개체의 총체적 능력이라 보는가 하면, 심리학에서는 한 개인이 문제에 대해 합리적으로 사고하고 해결하는 인지능력과 학습능력을 포함하는 총체적인 능력으로 간주한다. 컴퓨터공학에서는 환경을 인지해서 어떤 목적에 충실하게 행동하는 합리적인 능력을 의미한다. 저명한 심리학자 루이스 터먼은 지능을 '추상적 사상을 다루는 능력'이라고 보았고, IQ 측정 검사로 잘 알려진 심리학자 데이빗 웩슬리는 '유목적적으로 행동하고, 합리적으로 사고하고, 환경을 효과적으로 다루는 개인의 종합적 능력'이라고 정의하고 있다.

마찬가지로 인공지능(Artificial Intelligence)에 대한 정의도 보는 시각에 따라다양하다. 철학적 지성을 갖춘 존재가 지능을 인위적으로 구현해 내는 것이 인공지능이라는 의견이 있는가 하면, 일각에서는 인공적으로 만든 지적인 행동을 하는물건이나 시스템 또는 인간의 지적인 행동을 모방, 지원, 초월하기 위한 구성적 시스템이라고 보기도 한다(마쓰오 유타카, 2015). 인공지능은 자율성을 갖춘 로봇, 스마트한 로봇의 핵심적인 요소 기술이기도 하다. 그래서 스탠퍼드대에서 인공지능을 연구했고, 미국 방위고등연구계획국(DARPA; Defense Advanced Research Projects Agency)의 자율주행자동차 관련 대회에서 우승한 이후 구글의 로봇 분야를 총괄하기도 했던 세바스찬 스런과 같은 일부 로봇공학자들은 인공지능이란기계가 복잡한 무엇인가를 인지해서 합당한 결정을 내릴 수 있는 능력이라고 표현하기도 했다.

이렇게 다양한 지능과 인공지능에 관한 의견들의 공통점을 추리면, 지능이란 주변 환경을 인지해서 특정 목적에 부합하는 행동을 합리적으로 취할 수 있는 능력이고 이를 인공적으로 구현해낸 것이 인공지능이라 볼 수 있다. 인공지능을 연구하는 학자들 대부분은 인공지능이 학습(Learning), 문제 해결(Problem Solving)과 같은 인지적인 기능을 수행할 수 있어야 한다는 점에 대해서는 공통된 견해를 가지

66 인공지능이란 주변환경을 인지해서 행동을 취할 수 있는 능력을 인공적으로 구현해 낸 것 •• 66 학습은 인공지능이 갖춰야할 중요한 기능 99

고 있다. 또한 주어진 문제를 해결하기 위해 관련 정보를 생산할 수 있는지 여부도 중요한 점이라고 지적하고 있다. 특히 학습은 실제 세계에서 인공지능의 사용을 지속적으로 확대하고 유용성을 높이는데 있어 핵심적인 기능이다. 왜냐하면 로봇이 주어진 과제를 수행하는 도중에 맞닥뜨릴 여러 가지 일들을 로봇의 개발자이자 사용자인 인간이 모조리 미리 알고 대응하는 것은 거의 불가능하기 때문이다. 따라서 로봇이 제대로 작동하려면 로봇의 두뇌 역할을 하는 인공지능이 환경 변화를 학습하고 적응할 수 있어야 한다는 점에서 학습은 인공지능이 갖춰야 할 중요한 기능이라고 볼 수 있다(피터 W. 성어, 2011). 물론 인공지능이 제대로 작동하기 위해서는 상황 판단의 근거가 되는 자료의 생성과 축적도 아주 중요한 이슈이다.

Ⅱ. 인공지능의 발달과 전망

1. 인공지능의 발달 과정

오늘날 딥러닝¹⁾ 방식의 인공지능에 이르기까지 약 60여 년간 진행되어 온 인공지능 관련 연구는 이론적 기반, 필요한 정보(데이터)를 신속하게 처리하기 위한 컴퓨터의 성능, 기계의 학습능력이란세 가지 한계를 차례대로 돌파하면서 발전해왔다. 인공지능이란 명칭은 1956년 미국 다트머스 대학에서 열린 학회에서 처음 등장했다. 존 매카시, 마빈 민스키, 허버트 사이먼, 앨런 뉴웰 등 인공지능 분야의 선구적인 연구자들은 학습하고 생각하는 인간의 특성을 기계로 구현할 수 있다고 보고, 인간처럼 생각하는 기계를 인공지능이라고 부르기로 했던 것이다. 연구가 시작되던 1960년대 당시는 냉전 시기였으므로 인공지능 관련 연구는 미국 국방부의 후원에 힘입어 가속화되었다. 그래서 인공지능 분야의 선구자들은 한 세대가 지나기전에 기계가 인간처럼 무엇이든 할수 있게 되고 인공지능 분야의 문제가 모두 해결될 것이라고 낙관하기도 했다.

¹ 여러 비선형 변환기법의 조합을 통해 높은 수준의 추상화를 시도하는 기계학습 알고리즘의 집합(출처: 위키백과)

66 1990년대 하드웨어의 획기적 발전은 인공지능의 발달을 가속화 🦡

그러나 꾸준히 축적되어 온 인공지능에 관한 이론적 성과에도 불구하고 인공지 능의 구현 수준은 예상보다 지지부진했다. 정작 인공지능 구현의 발목을 잡은 것은 턱없이 부족한 컴퓨터의 성능이었기 때문이다. 1980년대까지만 하더라도 인공지능 이 제대로 학습하고 문제를 해결하기에는 데이터 처리 용량도 부족할뿐더러 연산 속도도 너무 느렸다. 컴퓨터의 성능 문제는 자료를 저장하는 메모리와 연산을 담당 하는 CPU 등 관련 하드웨어가 획기적으로 발전한 1990년대에 들어서야 점차 해결 되기 시작했다. 컴퓨터의 능력이 기하급수적으로 발전해서 풍부하 데이터를 신속 하게 활용할 수 있게 되면서 인공지능 연구의 속도가 빨라지기 시작했던 것이다. 예 를 들어. 1997년 체스 세계 챔피언을 상대로 한 게임에서 IBM의 딥블루가 승리할 수 있었던 워동력 중 하나로 1초당 10억 가지 수를 계산할 정도로 빠른 연산 능력이 꼽히기도 한다. 2011년 미국 인기 퀴즈쇼에서 인간과 겨뤄서 우승한 IBM의 왓슨도 컴퓨터의 우수한 연산 능력에 힘입은 바가 크다.

컴퓨터의 발전으로 다양한 데이터를 생성하고 가공할 수 있게 되면서 인공지능 의 발달은 새로운 단계로 진입했다. 2010년대 들어 인공지능의 학습능력에 대한 연 구가 가속화된 결과 기존 알고리즘의 한계를 넘어 딥러닝이란 획기적인 방식의 학 습 방법을 지닌 인공지능이 구현되기 시작한 것이다. 딥러닝 방식의 인공지능은 인 간이 정해준 학습 방법에 따라 데이터를 처리하는 여타 인공지능들과 달리 스스로 학습 방법을 만들어낸다는 점에서 인간이 상상하는 인공지능에 한 걸음 더 다가갔 다고 볼 수 있다. 이처럼 이론적 기반과 고성능의 컴퓨터, 다양하고 풍부한 데이터 를 스스로 활용하는 학습능력이 결합한 결과. 2016년 상반기에 인공지능의 대중화 가 머지않았다는 인상을 대중에게 강렬하게 각인시키는 사건이 발생했다. 인공지 능이 인간을 이기기 어려울 것으로 여겨졌던 바둑 게임에서 세계 챔피언을 상대로 구글의 알파고가 우승한 것이다.

2. 당분간 약한 인공지능 위주로 발전할 전망

결과적으로 인간의 지능을 모방한 것이긴 하지만 인공지능은 인조적인 기계이므

66 인공지능은 데이터 처리 방식, 담당하는 주요 기능, 활동범위를 기준으로 구분이 가능

로 인간의 두뇌와는 달리 문제 해결을 위한 데이터 처리 방식이나 주요 기능, 궁극적으로는 활동 분야의 범위에 따라 분류할 수 있다. 인공지능이란 같은 이름을 지 녔더라도 적용 용도나 투입 분야에 따라 사실상 각각 다른 개체들이라고 볼 수 있는 것이다.

먼저 데이터 처리 방식을 기준으로는 크게 지식기반접근법(Knowledge-based Approach)의 인공지능과 데이터기반접근법(Data-based Approach)이 적용된 인공지능으로 나눌 수 있다. 지식기반접근법은 특정 영역의 지식을 기호로 표현해서 저장하고 일정한 규칙에 따라 가공, 처리함으로써 학습하고 문제를 해결하는 방식이다. 지식기반접근법으로 구현된 인공지능의 대표적인 경우가 IBM의 왓슨이다. 반면 데이터기반접근이란 대상 영역의 사례를 숫자 등의 정형화된 데이터로 처리한 후통계 기법을 활용한 모형을 통해 연역적으로 추론하는 방식으로 기계학습기법의 인공지능에서 많이 사용된다. 데이터기반접근법의 인공지능 중 가장 잘 알려진 사례로는 구글의 알파고를 들 수 있다.

담당하는 주요 기능에 따라서도 인공지능을 분류할 수 있다. 정보를 감지해서 행동하는 반응적 성격을 갖는 인공지능이 있는가 하면, 기존의 정보를 통해 앞으로 일어날 것을 예측해서 미리 행동(판단)하는 예측적 성격을 가진 인공지능도 있다. 또정보의 패턴을 인식해서 새로운 해결책을 내놓는 창조적 성격의 인공지능도 있다. 만일 비가 내리면 해야 할 일을 찾는 임무가 주어진다면 각각의 인공지능은 상이한 해답을 내놓을 것이다. 반응적 성격의 인공지능은 나무 밑으로 피신해야 한다고 판단하는가 하면, 예측적 성격의 인공지능은 날씨를 미리 분석해서 비가 내리기 전에 피할 것을 제안할 것이다. 창조적 성격의 인공지능이라면 우산을 발명하는 등 보다적극적이고 새로운 해결 방안을 내놓을 것을 기대할 수 있다(피터 W. 싱어. 2011).

또한 인공지능은 활동 분야의 범위에 따라 약한 인공지능(Weak A.I.)과 강한 인공지능(Strong A.I.)으로도 나뉜다. 약한 인공지능이란 체스, 바둑, 영상 진단 등 특정 분야에서만 인간과 유사한 문제 해결 능력을 갖춘 인공지능을 뜻한다. 계량화된 데이터만 처리할 수 있는 기존의 컴퓨터 프로그램들과 달리 약한 인공지능은 구

66 강한 인공지능의 구현 시기에 대한 노의가 계속되고 있음 99

조화되지 않은 데이터도 인식하고 분석할 수 있다는 점에서 인간의 능력 수준에 훨씬 근접한다. 현재 알려지고 사용되는 인공지능들은 모두 약한 인공지능이라 볼 수 있다. 만일 현재의 기술적 한계가 해결되고 약한 수준의 인공지능이 진화해서 인간처럼 감정이나 자의식을 가진 것처럼 인식되며, 다방면의 문제를 해결할 수 있게 되면 강한 인공지능이 된다. SF 영화에 종종 등장해서 인간과 자유롭게 의사소통하고 다방면의 문제 해결에 개입하는 인공지능들은 모두 강한 수준의 인공지능들이다. 강한 인공지능의 등장은 기계가 인간으로부터 독립하는 순간을 의미한다고 보는 학자들이 많다(김대식, 2015). 만일 인간의 도움 없이 학습할 수 있게 되면 강한인공지능의 등장 가능성도 한층 높아지게 된다. 인공지능 기술을 통해 컴퓨터가스스로를 프로그래밍할 수 있는 능력을 학습하게 하는 것은 알파고를 개발한 답마인드(DeepMind)의 최종 목표이기도 하다.

2000년대 들어서도 강한 인공지능의 등장 가능성은 그다지 높지 않게 평가되었고, 등장하기까지 오랜 시간이 걸릴 것으로 보는 시각이 비교적 많았다. 반면 레이 커즈와일(Ray Kurzweil)과 같은 낙관적인 연구자들은 2050년 경이면 인공지능의 수준이 인간을 넘어서서 새로운 하나의 독립적인 종이 되는 상황, 즉 특이점 (Singularity)이 발생할 것이라 주장하였다. 또 딥러닝을 비롯한 다양한 기계학습 방식의 인공지능들이 우수한 성능을 거둔 이후 강한 인공지능에 대한 기대감이 한층 높아진 것도 사실이다. 그러나 강한 인공지능의 구현 가능성에 대해 학계에서는 아직 뚜렷한 결론을 내리지 못하고 있다.

III. 인공지능의 활용가능성

1. 본격화되고 있는 인공지능의 상용화 시도

약 50여 년에 이르는 인공지능의 개발 역사에도 불구하고 상용화 사례는 그리 많지 않다. 1990년대부터 알고리즘 중심의 인공지능이 금융시장에서 백만 분의 일

66 2010년대 이후부터 인공지능의 활동 영역과 용도가 확대되어 상용화 시도가 늘어남 🕠

초에 한 번씩 거래할 수 있는 초단타거래(High-Frequency Trading)용으로 본격 사용되거나, 국방/정보 분야에서 정보 분석 업무에 투입되는 등 일부 전문적인 영 역 내에서 한정적인 용도로만 사용된 데 불과했다. 계량화된 데이터의 생성과 축 적을 위한 추가적인 노력을 들일 필요가 없었고, 기존 모니터와 프린터를 제외하곤 데이터의 입·출력을 위한 별도의 전용 설비가 불필요했던 분야에서 인공지능이 활 성화되었던 것이다. 그러나 컴퓨터의 성능 향상과 기계학습 관련 개발 성과를 바 탕으로 인공지능의 활동 영역과 용도가 확대될 가능성이 점차 커진 2010년대 이 후부터 인공지능의 상용화를 추진하려는 시도들이 점차 늘어나고 있다. 서비스업 에서부터 제조업에 이르기까지 다양한 분야에서 인공지능의 활용성에 대해 연구 하고 있고, 자율주행자동차 등 로봇 분야에서도 스마트한 로봇 개발을 위해 인공 지능의 도입을 진행하고 있다. 인공지능의 상용화가 추진되는 분야 중에서 최근 주 목 받는 분야로는 금융, 의료 산업과 문자나 음성인식 기반의 생활 밀착형 서비스 와 산업용 로봇 등을 들 수 있다. 과거 10여 년간 인공지능의 우수한 성과를 경험 한 금융 산업에서는 금융회사들의 주도로 인공지능의 업무 범위 확장에 초점을 둔 상업화가 추진되고 있다. 초단타거래 등 기존의 업무 영역을 탈피해서 종합적인 자 산 포트폴리오를 관리하는 업무로 기능을 넓혀서 로봇 어드바이저로의 진화를 추 진하고 있는 것이다.

금융시장과 달리 의료 분야에서는 글로벌 IT 기업들, 특히 구글과 IBM이 자사 의 대표 인공지능을 활용한 의료 서비스 사업 개발을 주도하고 있다. 구글은 2014 년부터 수술용 로봇의 정확도를 높이기 위한 딥러닝 방식의 인공지능을 개발하고 있고, 2016년 2월에는 알파고를 활용한 응급환자 대응용 앱인 스트림스를 출시했 다. 또 비만 예방을 위해 음식의 열량을 계산하는 인공지능 서비스도 개발하고 있 는 것으로 알려진다. IBM은 자사의 인공지능 왓슨을 이용해서 암을 진단하는 '왓 슨 포 온콜로지(Watson for Oncology)'라는 인공지능 서비스를 개발해서 앤더슨 암센터와 같은 의료기관의 암 진단과 진료 업무에 참여하고 있다. 미국에서는 암 을 진단할 때 AI 왓슨을 활용하고 있다. 2014년 미국종양학회 자료에 따르면 왓슨

66 인공지능을 적용한 챗봇은 개인, 기업 등 다양한 용도 적용으로 급성장할 것으로 기대

의 암 진단 정확도는 평균 96~98%에 달하는 것으로 알려진다. IBM의 왓슨 포 온 콜로지는 2016년 12월 한국에서도 일부 병원에서 암 진단 및 진료 업무에 투입될 것으로 알려진다.

인공지능의 상업화 시도가 활발한 또 하나의 분야로는 챗봇을 들 수 있다. 최근 출시되는 챗봇은 음성 인식 기반의 가상비서 서비스를 기반으로 하므로 문자 기반 의 메신저나 기존의 봇(Bot)과는 다르지만 인공지능을 이용해서 맞춤형 정보를 제 공한다는 점에서는 유사하다. 챗봇 개발에는 음성인식 기반의 가상비서 서비스를 운영 중인 마이크로소프트, 아마존, 구글과 문자 기반의 페이스북 등 글로벌 IT 기 업들과 수많은 스타트업들이 경쟁적으로 뛰어들었다(스트라베이스, 2016), 마이크 로소프트는 인공지능과 음성 기반 가상비서 코타나(Cortana). 전화 서비스 스카 이프(Skype)를 결합한 생활용 플랫폼을 개발하고 있다. 2016년 3월에는 챗봇 태 이(Tav)를 출시하기도 했는데, 최초의 사용자들이 인종차별적이고 폭력적인 내용 을 학습시키는 바람에 출시 하루 만에 서비스를 중단하기도 했다. 아마존은 가상 비서 알렉사(Alexa)와 가정용 스마트 기기를 연동한 에코(Echo)를 출시해서 미국 시장 내에서 사용자 기반을 꾸준히 늘리고 있다. 에코는 단말기 중심의 여타 챗봇 들과 달리 각종 스마트 홈 관련 기기를 제어할 수 있다는 특징을 가지고 있다. 페이 스북은 2015년부터 8억 명에 달하는 사용자를 가진 자사의 메신저 앱에 외부 개 발자의 앱을 통합하고 가상비서 M의 베타서비스를 실시하는 등 문자 기반의 챗 봇 개발에 가장 적극적인 글로벌 IT 기업이다. 또한 2016년 초에는 페이스북 CEO 인 마크 저커버그가 미래의 도전 과제로 집안일을 도와줄 수 있는 아이언맨 스타 일의 인공지능을 구상 중이라고 밝히기도 했다. 구글은 2012년 출시한 구글 나우 (Google Now)를 각종 서비스와 연동해서 정보를 제공하는 가상비서 서비스를 제 공하고 있다. 또한 2016년 5월에는 인공지능을 기반으로 한 가상비서 구글 어시스 턴트(Google Assistant)를 탑재한 메신저 알로(Allo)를 공개했다. 인공지능을 적용 한 챗봇은 일반 개인용 비서 서비스에서부터 기업, 매장의 고객 응대 서비스나 각종 엔터테인먼트용 등 다양한 용도에 적용할 수 있어서 관련 시장이 급성장할 가능성

제조업의 경쟁력을 좌우하는 주요 변수로 작용할 인공지능 기술 99

도 있을 것으로 기대되고 있다.

또한 번역 서비스도 신경망 기계번역 인공지능을 도입한 이후 한층 발달하고 있다. 신경망 번역은 통계 방식의 기존 번역 프로그램처럼 구문 단위로 의미를 찾는 것이 아니라 인간처럼 문장 전체를 탐색하므로 맥락에 대한 이해도가 높다는 점을 특징으로 한다. 물론 DB의 규모가 커질수록 통계 기반이든 신경망 기반이든 번역의 정확도가 높아진다는 공통점은 있지만, 사용 빈도가 낮은 언어에 대한 이해도 측면에서는 신경망 방식의 인공지능이 보다 우수한 것으로 평가된다. 그러므로 사용자층이 적은 언어 또는 DB가 충분히 축적되지 않은 상태에서는 인공지능을 활용한 번역이 더 정확할 것이라 볼수 있다. 따라서 인공지능은 해외 정보 분석 등 언어나 번역과 연관된 각종 사업모델의 개발과 관련 서비스 시장 확대에 일조할 것으로 기대되고 있다.

제조업에서도 인공지능을 도입하려는 시도가 늘어나고 있다. 스마트 팩토리, 4차산업혁명 등 제조업의 미래상을 지칭하는 많은 용어들은 공통적으로 ICT 기술과 제조기술의 유기적인 결합을 통해 제조업의 경쟁력을 높이는 것을 목표로 한다. 이렇게 하려면 시장 환경, 작업 환경 변화에 최적화된 작업방식을 융통성 있게 적용할 수 있어야 하므로 환경 변화에 관한 빅데이터를 다룰 수 있는 능력은 필수적이라 볼 수 있다. 따라서 빅데이터를 다룰 수 있는 인공지능은 제조업의 경쟁력을 좌우하는 주요 변수로도 작용할 것으로 보인다. 특히 환경 변화에 맞춰 스스로 융통성 있게 대응하려면 자율성을 갖출 수 있는 딥러닝 등 다양한 기계학습 방식의 인공지능이 더 유용할 것으로 보인다. 스마트 팩토리에서 인간을 대신해서 작업을 수행할 산업용 로봇 분야에서도 인공지능의 탑재는 중요한 과제가 되고 있다. 스스로 생산기술을 연마하고 상황에 맞춰 자율적으로 작업방식을 바꿀 수 있고, 로봇 간에도 소통할 수 있는 '생각할 수 있는 로봇'은 생산성을 더욱 높일 수 있을 것이기 때문이다. 그래서 산업용 로봇 시장의 선도기업인 파낙(FANUC)은 인공지능을 구동하는 고성능 반도체 생산기업인 엔비디아(NVidia)와 공동으로 차세대 산업용 로봇 개발을 추진하고 있는 것으로 알려진다.

66 기상기술 분야에 딥러닝 적용을 위해 데이터 확보 방안에 대한 고민 병행 필요 📢

2. 인공지능의 새로운 유망 분야. 기상 기술

기상관측 분야에서도 우수한 인공지능의 수혜를 기대할 수 있다. 인간이 사전에 정한 알고리즘에 기반한 기존 분석 프로그램과 함께 딥러닝을 위시한 기계학습 방 식의 인공지능을 도입하면 분석과 예보의 정확도를 보다 높일 수 있을 것이다. 물 론 기상분야에 적합한 요소 기술은 그 동안 인공지능이 상대적으로 우수한 성과 를 거뒀던 금융. 정보 분석 분야에서 유용했던 기술적 역량과 다르다는 점도 고려 해야 한다. 금융 산업이나 정보 분석 분야에서 인공지능과 인가 가의 경쟁력 차이 를 결정짓는 핵심 변수였던 속도 상의 우위(데이터 입·출력, 처리의 신속성, 통신 속 도 등)가 미치는 영향력이 기상분야에서는 제한적일 수 있기 때문이다. 오히려 기 상관련 데이터의 중요성은 지금보다 더욱 커질 것으로 보인다. 스스로 학습하는 딥 러닝 방식의 인공지능이 제대로 작동하려면 데이터의 질과 양이 무엇보다도 중요 하기 때문이다.

그래서 우수한 인공지능의 개발과 함께 적합한 데이터의 확보 방안에 대한 고 민도 병행하는 것이 보다 효율적일 것으로 보인다. 2016년 11월 미국 나사(NASA) 와 해양대기청(NOAA)이 발사한 기상위성 GOES-R은 좋은 사례가 될 수 있다. GOFS-R은 기존 기상위성과 달리 가시광선과 자외선을 파장별로 쪼개서 컬러로 된 구름 사진을 얻을 수 있고. 4배 더 선명한 해상도로 5배 넘는 지역을 동시에 촬영 할 수 있는 등 측정 데이터의 양적. 질적 측면 모두에서 큰 차이를 가지고 있다. 1년 만 운용하면 지난 40년간 기존 기상위성들이 축적한 것보다 더 많은 양의 데이터를 축적할 수 있다고 하니 정보의 양과 수준에 따라 큰 차이를 보일 수 있는 인공지능 과 기상분야에 모두 적합하다고 할 수 있을 것이다. 한국도 GOES-R과 유사한 수 준의 데이터를 얻을 수 있는 처리안 2A를 2018년에 발사할 계획이라고 알려지므로 기상 관련 인공지능과 신형 기상위성의 결합은 우리나라 기상분야의 발전에 한 획 을 긋는 계기가 될 수도 있을 것이다.

66 은행창고직원, 계산대 직원. 텔레마케터 등은 인공지능으로의 대체가능성 높음 🤧

IV. 인공지능 기술 발전의 불안요소

1. 인공지능 시장이 커지는 만큼 일자리 감소 위협도 커져

최근 시장조사업체 IDC는 전 세계 인공지능 시스템 시장이 향후 5년간 연평균 55%씩 급성장할 것으로 전망했다. 2016년 현재 약 80억 달러 수준의 시장규모가 2020년 경에는 470억 달러 규모로 커질 것으로 본 것이다. IDC의 조사 결과에 따 르면, 2016년 인공지능 시스템에 투자를 가장 많이 한 산업으로는 금융, 소매, 헬스 케어, 제조업이었는데, 향후 인공지능의 수요는 공공 안전, 재난 대응, 약학 연구, 의 료 진단, 품질 관리 등의 분야에서도 늘어날 것으로 전망되었다. 지역적으로는 북 미 시장이 세계 시장의 약 80%에 달하는 62억 달러에 달했는데, 앞으로는 한국, 일 본, 중국 등의 아시아 시장이 급성장할 것으로 예측되었다.

이렇게 인공지능이 확산된다는 것은 인공지능이 하는 일이 늘어나는 것이고 그 만큼 인간이 투입되는 일은 줄어들 것이라 예상할 수 있다. 인간을 대체하는 것은 편의성을 늘리는 긍정적인 효과의 이면에 인간이 필요 없어질 수도 있다는 부정적 인 영향도 포함하고 있다. 학계에서도 인공지능이 확산되면 산업 지형의 변화뿐만 아니라 개인의 삶에 직결된 일자리의 변화도 몰고 올 것으로 전망하고 있다. 2016 년 2월 열린 세계경제포럼에서도 일자리의 변화에 대한 연구 결과가 발표되면서 세 간의 이목을 집중시킨 바 있다. 자동화된 기계가 인간의 육체적 노동력을 일부 대체 했던 산업혁명의 영향과 유사하게 인공지능이 인간의 두뇌를 대체해서 지적 노동 력 일부를 대체할 가능성이 점점 커진다는 것이다. 인공지능이 유발할 일자리의 변 화를 다른 다수의 연구에서는 표준화되고 반복적인 업무비중이 높을수록 인공지 능으로의 대체 가능성이 높을 것으로 보고 있다. 예를 들어 은행 창구의 직원, 계산 대의 직원, 텔레마케터, 도서관 사서, 스포츠 심판 등은 인공지능으로 대체될 가능 성이 높다. 물론 인공지능의 개발과 사용에 관련된 직업은 늘어날 수 있어 총량 측 면에서 반드시 일자리가 줄어들지만은 않을 것이라 보는 의견도 있다.

66 인공지능의 자율성은 우발적 사고의 원인이 될 수도 있음

2. 인공지능 확산의 또 다른 부작용

질 정도로 폭락했다. 2016년에는 테슬라(Tesla)의 자율주행자동차 사고가 여러 차 례 일어나 탑승자가 죽거나 다쳤고. 미국의 쇼핑몰에서 사용하던 보안 서비스 로 봇이 어린이를 공격하는 일도 있었다. 개발자이자 사용자인 인간은 이런 사고들을 전혀 예상치 못했다. 인공지능과 로봇이 스스로 일으켰기 때문이다. 이런 사고들을 통해 오작동뿐만 아니라 인공지능이나 로봇의 충실한 역할 수행도 사고의 단초가 될 수 있음이 확인되었다. 그 이유는 인공지능의 자율성이 커졌기 때문이다. 자율 성이란 주변 환경을 관측해서 상황을 판단하고 대응 방안을 정해서 행동하는 일련 의 의사결정을 인간의 도움 없이 인공지능 스스로 해내는 능력을 의미한다. 인공지 능의 자율성이 커지면 인간의 예상을 벗어난 행동을 할 확률이 높아지고, 그만큼 우발적인 사고의 가능성도 커진다고 볼 수 있다. 하지만 그렇다고 해서 인공지능의 자율성을 완전히 배제할 수는 없다. 자율성은 인공지능이 신속하고 정확하게 임무 를 수행하기 위해 필수적인 요소이기 때문이다. 인간이 감당하기 힘들 만큼 많은 정 보를 신속하게 처리할 수 있는 인공지능을 인간이 일일이 통제하면 정보 처리의 양 과 속도는 인간의 수준만큼 낮춰지므로 인공지능을 도입할 이유가 없어질 것이다. 많은 전문가들은 인공지능이 확산되면 인간과 인공지능 간에 의사결정을 두고 갈등을 빚는 상황이 늘어날 것으로 예상한다. 예를 들어 인간은 인공지능 비서의 답변이나 청소 로봇의 행동을 싫어할 수도 있고, 의사는 인공지능이 내린 진단 결 과가 정확한 것인지 고민에 빠질 수도 있다. 어린이가 불쑥 차 앞에 나타났을 때. 인 간은 자신이 다칠 것을 각오하고 운전대를 돌릴 수도 있지만, 자율주행자동차는 탑 승자 보호를 위해 어린이를 피하지 않고 사고를 내버릴 수도 있다. 전쟁터에서는 민 간인을 무장한 적으로 판단해서 공격하려는 킬러 로봇을 군인이 뜯어말려야 하는 일이 생길 수도 있다.

2010년 5월 6일 미국 증권시장은 단 5분 만에 총자산의 10%인 1조 달러가 사라

일각에서는 인공지능 간의 경쟁, 충돌이 우발적인 사고로 이어질 가능성도 크다고 보고 있다. 왜냐하면 인공지능들이 오로지 목표 성취만을 위해 제각각 개발되

 로봇윤리를 적용해 우호적 인공지능의 설계를 추진 99

다 보니, 한데 모여서 작동할 경우 생길 수 있는 부작용에 대해서는 별로 고려되지 않기 때문이란 것이다. 2010년 미국 증시폭락(2010 Flash Crash)은 이런 우려가 현실로 입증된 사례로 볼 수 있다. 미국증권거래위원회(SEC)의 조사 결과, 금융회 사들이 각기 개발한 초단타거래 인공지능들의 폭발적인 매도 경쟁이 증시 폭락의 원인으로 지목됐다. 거래권한을 일임 받은 인공지능들이 손실 방지를 위해 열심히 매도하는 바람에 증시가 폭락했다는 것이다.

V. 인공지능시대를 위한 준비

최근 들어 인간과 인공지능 중 누구를 따를지에 대한 판단 기준과 인공지능이 일으킨 사고에서 인간의 안전을 보장하기 위한 대책 마련의 필요성이 제기되고 있다. 인공지능이 인간 사회의 가치와 법칙을 존중하도록 설계하는 방안과 함께 각종 사고 방지책과 유사시의 해결책, 책임 소재 규명 등에 관한 법·제도의 정비도 중요한이슈로 대두되고 있다. 아울러 개발자와 사용자의 윤리에 대한 관심도 커졌다. 출시되자마자 욕, 성차별 발언 등으로 사회적 물의를 일으킨 마이크로소프트의 챗봇 테이의 사례를 통해 인공지능의 성향이 개발 의도나 사용 방식에 따라 극단적으로 달라질 수 있다는 사실이 여실히 각인되었기 때문이다.

인공지능의 순조로운 도입을 위해 학계에서는 주요 이슈의 해결책 마련에 이론적 기반을 제공하는 로봇윤리(Roboethics) 관련 연구를 하고 있다. 이를 바탕으로 기업들은 인공지능의 용도와 사용 분야에 맞춰 자율성의 수준을 조절하거나, 폭력등의 욕망을 인공지능 스스로 제어하는 소프트웨어를 개발하고, 인간에게 위협적행동을 하지 않는 논리구조를 적용한 우호적 인공지능의 설계를 추진하는 것으로 알려진다. 알파고를 개발한 딥마인드(DeepMind)등 일부 기업들은 인공지능의 폭주를 막을 킬 스위치(Kill Switch)를 개발하고 있다.

인공지능 관련 법 제도의 정비는 상용화 가능성이 커진 드론 자율주행자동차 분 야를 중심으로 진행되고 있다. 2016년 8월, 세계 최초의 드론 관련 제도인 연방항 공청(FAA)의 민간용 드로 우항 규정을 실시한 미국에서는 면허를 가진 조종사의 드론 통제를 의무화하고, 항공기 충돌 방지 등 기술적 안전성이 충분히 검증되기 전까지 드론의 자율적 비행을 규제했다. 자율주행자동차 관련 정책은 미국, EU, 일 본 정부가 각각 자국 기업에 유리한 방향으로 준비하고 있다. 지난 9월 미국 교통부 는 기술 개발에서 앞선 구글 등 자국 기업에 유리하도록 완전한 자율주행 기술의 도입을 목표로 한 가이드라인을 발표했다. 반면 EU, 일본은 안전성을 내세워 자율 주행 기술의 단계적 허용을 골자로 한 가이드라인을 수립하고 있다. 미국. 유럽 등 에서는 사회 전반에 영향을 줄 대형 변수인 인공지능의 법인격에 대한 논의가 본격 화되었다. 2016년 2월, 미국 교통부는 자율주행자동차의 인공지능을 운전자로 간 주할 가능성을 시사했고, 지난 5월 공개된 관련 자료에 따르면 EU 의회에서는 인 공지능과 로봇에게 전자인간(Electronic Person)이란 자격을 부여해서 각종 법적 권리와 의무 및 사회보장재원 충당을 위한 세금 부과까지 검토했다고 한다. 또 다 른 대형 이슈인 인공지능의 재산 소유권에 대한 논의도 이제 시작된 것으로 보인다. 이처럼 다양한 논의들에 힘입어 장기적으로는 인간의 역할이 인공지능의 사용 자에서 인공지능이 고장 났을 때에 잠시 돕는 감독자에 그칠 것이란 의견이 힘을 얻 고 있다. 인공지능이 똑똑해질수록 인간이 인공지능의 의사결정에 개입할 여지는 더욱 줄어들 것이기 때문이다. 인간이 자동차의 운전석을 인공지능에게 넘겨주는 것은 자신의 생명과 유리적 문제의 결정권을 모두 기계에게 위탁하는 것과 마찬가 지인 동시에, 앞으로 다가올 더 큰 변화의 시작으로 볼 수 있다(진석용, 2016). 세계 각국에서 인간과 인공지능간의 갈등이나 인공지능들 간의 충돌 등 갖가지 주제가 검토되는 현 상황은 자윸성을 가진 인공지능이 다른 나라나 먼 미래의 문제가 아니

라 우리에게도 당면한 현안임을 잘 보여주고 있다.

** 자율성을 가진 인공지능은 근 다른나라, 먼 미래의 문제가 아닌 당면한 현안 99

참고문헌

김대식, 2015: 이상한 나라의 뇌과학, 320pp.

마쓰오 유타카, 2015: 인공지능과 딥러닝-인공지능이 불러올 산업 구조의 변화와 혁신, 270pp.

스트라베이스, 2016: 디지털 미래와 전략, 스트라베이스, vol.125, 76pp.

진석용, 2016: 인공지능의 자율성-SF의 주제가 현실의 문제로 다가오고 있다, LGERI리포트 (2016.8.10.)

피터 W. 싱어, 2011: 하이테크전쟁-로봇 혁명과 21세기 전투, 615pp.

4차 산업혁명과 기상예보 시스템의 혁신

최혜봉 한동대학교 ICT창업학부 교수 hbchoi@handong.edu

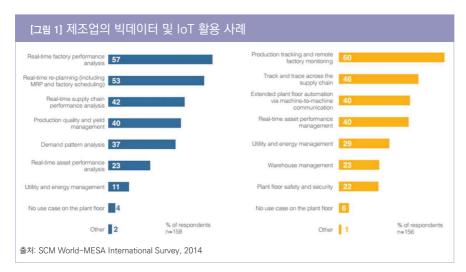
- 1. 4차 산업혁명과 인공지능
- Ⅱ. 인공지능의 혁신, 무엇이 새로운가
- III. 해외 사례와 기상예보 시스템의 혁신을 위한 제언

인공지능, 빅데이터, 사물인터넷 등으로 대표되는 지능형 정보통신기술이 제조업, 금융업 등 전통적 산업 분야와 융합하여 과거에 없던 혁신적인 서비스, 제품, 비즈니스를 만들어내는 4차 산업혁명은 이제 거부할 수 없는 시대의 흐름이 되어 대부분의 분야에서 변화의 바람을 일으키고 있다. 4차 산업혁명의 열쇠로 떠오른 인공지능은 ①차세대 하드웨어의 등장, ②빅데이터 기술의 발전, ③소프트웨어 역량의 제고의 3가지핵심요소를 기반으로 혁신이 거듭되고 있다. 거대 기업들이 인공지능을 활용하여 미래산업을 이끌어 나가기 위해 힘쓰고 있는 가운데 기상분야 또한 4차 산업혁명의 혁신이 기대되는 분야로서 첫째, 인공지능, 빅데이터 등 소프트웨어 전문 인력의 적극 양성 및 영입, 둘째, 혁신을 위한 융합적 문화와 환경 구축, 셋째, 기술을 넘어서 사람을 이해하려는 노력을 기울여야 한다. ■

66 4차 산업혁명은 ICT기술이 산업 분야와 화학적으로 융합하여 새로운 가치 창출 🤫

1. 4차 산업혁명과 인공지능

올해 초세계경제포럼을 통해 던져진 4차 산업혁명이라는 것은 이제 거부할 수 없 는 시대의 흐름이 되어 생각할 수 있는 대부분의 분야에서 변화의 바람을 일으키고 있다. 4차 산업혁명이란 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷(IoT-Internet of Things) 등으로 대표되는 지능형 정보통신기술(ICT-Information Communication



Technology)이 제조업, 금 융업 등 전통적 산업 분야 와 화학적으로 융합하여 과거에 없던 혁신적인 서 비스, 제품, 비즈니스를 만 들어내는 것을 이야기한다 (그림 1).

제조업에서는 사물인터 넷과 빅데이터를 이용하여 제조공정의 낭비를 줄여 비용을 절감하고 불량 및

병목 공정을 찾아내서 개선하는 등의 혁신이 일어나고 있다. 금융업에서는 자산 투 자 전문가들의 많은 역할을 로봇 펀드 매니저가 대체해 나가고 있다. 로봇 펀드 매 니저의 경우 과거의 모든 투자기록과 인간 펀드 매니저들의 전략을 학습한 인공지 능을 사용하면서도 인간 펀드 매니저를 고용하는 것보다 훨씬 낮은 비용으로 운영 할 수 있다. 의료분야에서도 IBM 왓슨을 필두로 인공지능 프로그램들이 전문의들 을 도와 의료기술의 고도화를 촉진하고 있다. 미국 최고의 암센터로 꼽히는 메모리 얼 슬론케터링, MD앤더슨에서는 IBM의 인공지능 컴퓨터 왓슨이 전문의와 함께 암·백혈병 환자를 돌본다. 왓슨은 입력된 각종 임상 정보를 바탕으로 가장 높은 확

66 인공지능을 사람처럼 및 민을 수 있는가?

률의 병명, 원인과 성공 가능성이 높은 치료법을 제안한다. 인공지능 진료 컴퓨터 믿을 수 있는가? >> 는 MRI, X-ray, 초음파 영상에서 인간이 인지할 수 없는 미세한 차이도 구분할 수 있을 뿐만 아니라 수백만 건의 진료 기록, 환자 기록, 의학 서적 등의 빅데이터를 학습할 수 있다(IBM, 2015). 이는 인간이 수행하던 전통적인 의료에서 불가능하던 한 차원 높은 수준의 의료 서비스를 인공지능을 통하여 구현하고 있음을 의미한다.

저널리즘 또한 4차 산업혁명의 영향을 크게 받고 있는 분야 중 하나이다. 객관적 정보 위주의 속보성 기사들은 이미 인간 기자들보다 인공지능이 작성한 기사가 우수하다고 평가받고 있다. 의사소통 능력은 인공지능 분야에서 궁극적으로 이루고 자 하는 일반 지능(General Intelligence)에 근접하는 것이기에 로봇 저널리즘은 인공지능의 기술적인 측면에서도 혁신적인 도전과제이다. 기사 작성과 같은 상대적으로 단순한 영역에서 더 나아가 작곡을 하거나 시를 창작하는 예술적인 영역에서 또한 인공지능의 역량을 확인하려는 시도가 나타나고 있다.

박데이터와 사물인터넷을 장착한 인공지능 기술에도 극복해야 할 한계점과 약점은 여전히 존재한다. 우리는 결국 "인공지능을 사람처럼 믿을 수 있는가?" 하는 질문에 대답해야 할 것이다. 사람이 수행하는 지적 활동들은 그 대상 또한 인간이기에 지나는 동질성 위에 일의 동기, 과정, 결과가 상당 수준 이해될 수 있고, 그 이해위에 신뢰할 수 있는 영역이 확보된다. 가령 택시를 타는 경우에 사고가 난다면 택시 운전자 또한 생명과 재산에 큰 손해가 발생하기에 사고가 나지 않는 안전한 방법으로 승객을 모실 것이라는 기대를 한다. 필요하다면 안전하게 이동할 수 있는 경로를 요청한다거나 운전 방식에 대해 다르게 요구할 수 있다. 그러나 무인 운전의 경우, 인공지능이 어떻게 승객을 지켜줄수 있을지, 인공지능의 사고 흐름과 판단의 동기를 이해하기 어렵기 때문에 승객의 안전에 대한 최소한의 신뢰를 확보하기가 어렵다. 인공지능 기술이 인간의 삶에 밀접하게 침투해 올수록, 인공지능이 얼마나뛰어난가에 대한 노력과 함께 인공지능이 어떻게 믿음을 줄 수 있을지에 대한 고민도함께 동반되어야 한다.

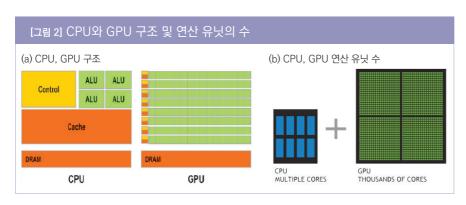
66 인공지능의 급격한 발전은 차세대 하드웨어로 인한 계산용량의 증가가 첫번째 원동력

II. 인공지능의 혁신, 무엇이 새로운가

인공지능은 구글의 알파고나 IBM의 왓슨이 세상에 알려지기 훨씬 전인 컴퓨터가 발명되고 얼마 되지 않은 1950년대부터 연구·개발되어 오던 전통 깊은 분야이다. 그런데 무엇이 인공지능을 혁신의 상징이자 4차 산업혁명의 만능열쇠로 떠오르게 하였을까? 인공지능이 한 단계 높이 혁신하게 된 3가지 핵심요소를 꼽아보고자 한다.

1. 차세대 하드웨어의 등장

최근수년간 인공지능의 급격한 발전은 차세대 하드웨어로 인한 계산 용량의 폭발적인 증가에서 그 동력을 얻었다. 일반목적성 그래픽 처리 장치(GPGPU-General Purpose Graphics Processing Unit)의 사용은 중앙 처리 장치(CPU-Central Processing Unit)에서 할 수 없었던 대규모 병렬 연산(MPP-Massively Parallel Processing)을 가능하게 하였다. 수 개에서 십 수개 수준의 연산 유닛을 사용하던 중앙처리장치와는 다르게 그래픽 처리 용도로 사용하던 그래픽 처리 장치를 인공



지능 학습에 활용하여 수 백에서 수천 개의 연산 유 닛을 동시에 사용하게 된 다(그림 2). 이를 통해 이전 에는 시도하기 어려웠던 높 은 복잡도의 인공지능 모델 을 학습할 수 있게 되었다.

또 한 가지는 확장성 높은 연산 플랫폼(Scalable Computing Platform)을 들수 있다. 과거 상향식 확장 방식(Scale-Up)에서 수평적 확장(Scale-Out)으로 패러다임이 변화함에 따라 시스템에서 연산 용량을 선형적으로 확장하기 위한 비용

44잡도가 높은
 인공지능 모델의
 과적합 문제를
 해결한 빅데이터 기술 ***

이 지수적인 증가에서 선형적인 증가로 획기적으로 개선되었다(그림 3). 이에 따라서 과거 슈퍼컴퓨터에 의존하던 대규모 병렬 처리가 확장성 높은 분산 컴퓨팅 환경에서 일반 연구자 및 기업에 보편화되었다. 또한 아마존 웹서비스¹⁾(Amazon Web Services; AWS)와 같은 분산 플랫폼에 기반한 클라우드 시스템의 확산은 이러

한 경향을 더욱 뚜렷하게 하였다. 이는 누구나 자본력으로 인한 큰 제약없이 확보한 대규모 연산 용 량을 활용한 시스템을 만들 수 있음을 의미하고 많은 인공지능 연구/개발자들에게 새로운 도전 을 던져주었다.

2. 빅데이터 기술의 발전

연산 능력의 향상으로 과거보 다 복잡도가 높은 인공지능 모델 을 학습할 수 있게 되었다. 그러 [그림 3] 상향식 확장(Scale-Up)과 수평적 확장(Scale-Out)의 비용증가 추이

Scale Up vs. Scale Out

Cost Scale Up

Capability

Capability

Capability

Capability

Capability

나 충분한 양의 학습 데이터를 사용하지 않는 경우 모델은 필연적으로 과적합 문제 (Overfitting Problem)에 빠지게 된다. 이를 해결하기 위해서는 모델의 복잡도가 높아진 정도 이상으로 많은 사례 데이터를 학습에 이용해야한다. 세계적인 이미지 인식 인공지능 대회인 ImageNet에서는 학습을 위해 14백만 개 이상의 이미지를 제공하고 있으며 다른 분야의 인공지능 학습데이터의 분량도 빠르게 증가하고 있다(Image Net Competition).

또한 빅데이터 기술의 발전으로 인해, 기존의 정답 레이블이 있는 데이터를 사용하는 지도 학습(Supervised Learning) 중심에서 레이블이 없는 데이터를 활용하는 비지도 학습(Unsupervised Learning)을 이용하는 인공지능 모델로 그 무게중

¹ 아마존닷컴이 제공하는 각종 원격 컴퓨팅 서비스(출처: 위키백과)

" 구글 Xlab은 깊은 신경망을 이용하여 사람이 명시하지 않고도 사람과 고양이의 특징을 추출하는데 성공

심을 점차 옮겨가고 있다. 비지도 학습에서 사용되는 학습데이터는 데이터에 학습하고자 하는 정답(Label)을 명시하지 않기 때문에, 적은 비용으로 다양한 분야에서 많은 양의 학습 데이터를 확보할 수 있다. 정답이 정해져 있지 않기 때문에 인공지능의 성능을 평가하거나 결과를 해석하는데 있어서 불분명한 요소가 있으나 자유도가 높은 인공지능을 학습할 수 있다는 점 또한 강점이다. 인공지능의 전체적인수준을 한 단계 이상 혁신시킨 깊은 인공신경망 이론은 지도 학습뿐만 아니라 비지도 학습에서도 탁월한 성취를 보였다. 구글의 X lab에서는 16,000개의 연산 유닛(Processors)을 사용하여 임의로 선택한 1,000만개의 YouTube 영상의 썸네일을 9층의 깊은 신경망에 학습시킨 결과 고양이나 사람의 얼굴 등을 인식하는 특징들을 추출하는데 성공했다고 발표했다. 이 결과가 더욱 놀라운 것은 임의로 추출된학습데이터 어디에도 이것이 사람 혹은 고양이라는 것을 명시하지 않았고 깊은 신경망 모델이 이를 스스로 학습하였다는 것이었다.

3. 소프트웨어 역량

차세대 하드웨어 발달로 컴퓨팅 파워가 증가하고 학습에 활용 가능한 빅데이터 가 확보되었다고 해서 인공지능이 비약적으로 발전하거나 모든 분야에서 4차 산업의 혁신이 일어나지는 않는다. 이 모든 요소를 기반으로 한 단계 높은 소프트웨어 플랫폼을 구현하기 위해서는 많은 경험을 갖춘 인공지능 전문가와 엔지니어 집단이 필요하다. 더 나아가 다양한 분야에 이 혁신을 전파시키고 융합하기 위한 융합적 역량을 갖춘 전문가 또한 필수적이다.

국내에서는 구글의 알파고가 세계 최정상의 바둑 기사인 이세돌 9단과의 바둑 대국에서 선전하면서 인공지능이 많은 관심과 조명을 받게 되었다. 많은 수의 컴퓨터와 빅데이터, 딥러닝 기술로 인해 알파고가 선전 한 것으로 많은 이들이 기억하는 것과는 다르게, 구글이 Nature에 발표한 논문에서는 뛰어난 실력의 헌신적인 엔지니어들의 역할이 컸음을 확인할 수 있다(David et al., 2016). 실제 알파고의 경우 인공지능의 핵심을 이루는 모델은 딥러닝이 아닌 트리 검색 알고리즘이다. 대국

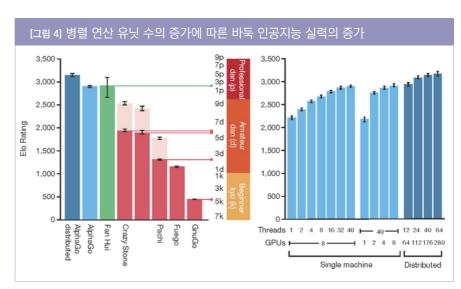
66 알파고의 성능은 앞으로 더욱 향상될 라능성이 높음 ••

상대와 자신이 둘 수 있는 경우의 수를 확인하여 승리 확률이 높은 쪽으로 착수를 하는 형태로 구성이 되어있다. 바둑 게임 인공지능에서 검색 트리의 깊이가 깊어짐에 따라 경우의 수가 급격히 많아져 그 계산 양을 기존의 연산 환경에서는 감당할수가 없었다. 그러므로 트리 검색에서 어디를 우선적으로 탐색할 지와 어느 깊이까지 가서 멈출 수 있는지가 매우 중요한데, 알파고는 깊은 신경망을 통해 아마추어바둑 고수들의 기보를 (기보 16만개, 착점 3,000만개) 학습하여 정책망(PolicyNet)과 가치망(ValueNet)을 학습하였다. 정책망과 학습망은 트리 검색의 너비와 깊이를 줄여주어 알파고 컴퓨터가 연산 가능한 범위 안으로 트리 검색의 검색 양을 최대한 줄여주는 역할을 한다.

알파고는 이에 멈추지 않고, 수백만 번의 모의 자가 대국(알파고끼리의 대국)을 통해 정책망과 가치망의 성능을 끌어올렸다. 이 과정에서 나타나기 쉬운 인공지능 의 과적합 문제를 피하기 위해 섬세하게 학습방법을 설계하였다. 실제 이세돌 9단 과의 대국이 이루어지는 동안 알파고는 대국시간 동안 현재 바둑판의 상황으로부 터 나타날 수 있는 무수한 경우의 수를 트리 검색을 통해 시뮬레이션하여 최선의 수를 두게 하였다. 결국 알파고는 대국 시간 동안에 얼마나 정확한 경우의 수를 많 이 탐색할 수 있느냐에 따라 그 실력이 달라지고, 사용하는 계산 자원의 용량에 많

은 영향을 받는다(그림 4). 이는 알파고의 실력이 앞으로 더욱 향상될 가능성이 높음을 의미한다.

실제 한 번의 대국에서 는이세돌 9단이 매우 낮은 확률로 학습되었던 한 수 를 두게 되고 알파고가 이 경우에 대해서 주어진 대 국 시간 안에 충분히 트리



66 글로벌 기업들이 인공지능에 투자할 때 우선 추진하였던 것은 우수한 인재의 영입 99

탐색을 하지 못하여 이세돌 9단에게 패하기도 하였다. 알파고의 선전은 기계의 성 능이 인간의 능력을 뛰어넘은 것이 아니라, 불가능한 영역의 계산을 고도의 인공지 능 기술과 노력, 경험을 사용하여 계산 가능한 영역으로 전환하는 것을 보여준 인 공지능 전문가들의 선전을 의미한다.

III. 해외 사례와 기상예보 시스템의 혁신을 위한 제언

깊은 인공신경망 분야의 선두주자이자 최고의 전문가라 불리는 Geoffrey Hinton, Yoshua Bengio, Yann LeCun, Andrew Ng 등은 신경망 이론의 발전 이 정체된 십수 년 간의 암흑기 속에서도 인공지능과 신경망 이론에 꾸준히 매달 려왔다. 그리고 마침내 차세대 하드웨어, 빅데이터와 결합한 깊은 신경망 이론으로 인공지능의 혁신을 이끌어냈다. 이제 구글이나 중국의 바이두와 같은 자본력을 갖

[그림 5] 왼쪽부터 Yann LeCun, Geoff Hinton, Yoshua Bengio, Andrew Ng 신경망 이론의 대가들



출처: Andrew Ng의 Facebook

춘 거대 기업들이 미래산업을 이끌 혁신을 만들기 위해 이들 과 함께 일하고 있다. 이들은 이제 최고의 인프라와 지원속 에 세계의 4차 산업혁명을 선 도해 나가고 있다. 글로벌 선두 기업들이 인공지능에 투자할 때 가장 우선적으로 추진하였 던 것은 우수한 전문 인재의 영입이었다. 경험과 실력, 그리 고 열정을 가진 전문가가 있는 곳에 기술이 태어나고 혁신이 일어나게 될 것이다.

66 기상예보시스템의 혁신을 위해서는 빅데이터를 통한 새로운 패러다임의 주입이 필요 99

기상관측/예보 또한 4차 산업의 혁신이 기대되는 분야이다. 기상청은 최고 수준의 슈퍼컴퓨터와 기상 전문가들을 보유한 기관으로 4차 산업혁명의 선두를 이끌가능성이 높다. 이미 기상청에서 제공하는 기상 정보/예보 등의 데이터는 빅데이터로서 다양한 분야에서 혁신의 재료로 활용되고 있다(예, 날씨 기반 음악, 영화추천 서비스, 건강 경보 시스템 등). 기상예보시스템 또한 혁신을 위해서는 먼저 인공지능, 빅데이터 등 소프트웨어 전문 인력을 적극 양성/영입해야한다. 이들은 기존의 기상관측 정보, 이론, 기록에 기반한 기존 기상예보시스템 위에, 사물인터넷 센서, 사회관계망과 같은 다양한 출처의 빅데이터를 활용한 새로운 패러다임의 기상예측시스템을 만들어낼 것이라고 기대한다. 기존 기상데이터에 다양한 출처의 빅데이터를 통합 활용함으로써 기상예측시스템은 더욱 혁신할 수 있을 것이다. 일례로, 구글에서 제공하는 Flu Trends라는 서비스는 구글 검색의 검색어를 분석하여독감, 에볼라, 뎅기열과 같은 전염병이 어디에 유행하고 있는지를 정확하고도 매우빠르게(미국 질병관리국보다 몇 주는 더 빠르게) 파악한다고 한다.

두 번째, 혁신을 위해서는 융합적 문화와 환경을 구축할 필요가 있다. 4차 산업혁명은 정보통신기술이 다른 분야와 화학적이고 유기적인 결합을 이루는 것을 의미한다. 개인과 조직의 높은 전문성도 매우 중요하지만 다른 분야의 전문성 또한 듣고 이해할 수 있는 열린 태도가 중요한 시대가 되었다. 탁월한 전문성에 융합 역량이 더해지는 것은 결코 쉬운 일이 아니며 하루 아침에 이루어지는 일도, 한 두 사람의 천재성에 의해서 되는 일은 더욱 아니다. 조직과 기업의 문화를 융합적으로 혁신한 후에야 비로소 얻을 수 있는 열매이다. 기상분야 또한 융합적 문화 가운데 새로운 영역에 대한 도전과 교류를 적극적으로 해야 할 것이며, 인공지능 분야 또한 상대방에게 신뢰를 줄 수 있는 융합적 협업 프로세스를 적극적으로 개발해 나가야할 것이다.

마지막으로 스티브 잡스와 같은 시대의 대표적인 혁신가를 통해 배울 수 있는 것은 기술을 넘어서 사람을 이해해야 한다는 점이다. 인공지능이나 빅데이터와 같은 소프트웨어 분야에서는 전문성이 높아지고 기술이 고도화됨에 따라 많은 것을 정 66 고객 1명의 불만족 요인을 이해하기 위한 도구로 빅데이터와 인공지능을 활용 🕠

확도. 예측 확률. 통계 값과 같은 숫자로 바라보게 된다. 이에 따라 개발하는 제품. 서비스. 기술이 사람을 이롭게 하기 위한 원본 취지를 잊게 되는 위험이 항상 존재 한다. 인공지능이 99명의 만족 고객과 1명의 불만족 고객을 예측할 수 있었다면, 불 만족 고객이 1명임을 예측했다는 것이나 불만족 고객이 1명밖에 없음에 만족하는 것이 아니라, 그 1명의 고객의 불만이 무엇인지를 더욱 깊이 있게 이해하기 위한 도 구로 빅데이터와 인공지능은 사용 되어야한다고 생각한다. 기상 예측 시스템에서 의 인공지능 또한 이와 마찬가지 일 것이다. 기상예보가 어떻게 사람들을 이롭게 하 며 어떻게 불편하게 하는지에 대한 깊이 있는 이해를 가져다 줄 혁신이 필요하고, 그 러한 관점에서의 혁신이 필요하다. 한 사람의 영향력과 가치는 측정할 수 없는 것이 기에 이를 측정 가능한 영역으로 이끌어오는 것이야 말로 4차 산업혁명을 통해 이 루어 가야할 혁신이라고 생각한다.

참고문헌

한국정보화진흥원, 2015: BigData Monthly, 10호, 22pp.

David S., Aja H., Chris J. M., Arthur G., Laurent S., George D., Julian S., Ioannis A., Veda P., Marc L., Sander D., Dominik G., John N., Nal K., Ilya S., Timothy L., Madeleine L., Koray K., Thore., Demis H., 2016: Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search, Nature, 529, 484-489.

IBM, 2015: IBM Insight 2015, Las Begas, Nevada, Oct. 25-29.

Image Net Competition (http://image-net.org/about-stats)

Konstantin N. D., 2015: Mapping the Field of Algorithmic Journalism, Digital Journalism, 4(6), 700-722.

Quoc V. L., Marc'Aurelio R., Rajat M., Matthieu D., Kai C., Greg S. C., Jeff D., Andrew Y. N., 2012: Building High-level Features Using Large Scale Unsupervised Learning, 29th International Conference on Machine Learning, Edinburgh, Scotland.

Scispike, Lightning Fast Custom Software Developers (www.scispike.com)

인공지능 시대를 살아가기 위한 인간 능력은?

구본권 한겨레 사람과디지털연구소장, 언론학박사 starry9@hani.co.kr

- 1. 인공지능의 충격
- 11. 인공지능 시대와 미래 교육
- Ⅲ. 산업화 시대 교육의 유효성과 한계
- Ⅳ. 인공지능시대가 묻는 인간의 가치와 능력
- V. 맺는 말

최근 인공지능 기술이 사람의 직무를 대신할 수 있는 능력을 과시하면서 기대감보다는 우리 사회에 가뜩 이나 좁은 일자리에 대한 불안과 두려움으로 나타났고, 이는 미래의 교육에 대한 관심으로까지 확대되었다. 한국 교육은 국가의 산업화 전략을 충실히 뒷받침해왔지만, 대량 생산과 소비를 기반으로 하는 산업사회가 인공지능과 자동화 기술 기반의 정보사회로 변모함에 따라, 산업사회에서의 인력 공급을 목표로 했던 교육체제가 유효성을 잃고 근거를 위협받고 있다. 앞으로 인공지능이 보편화할 미래에 적응하기 위해서는 사람에게 고유한 능력이 무엇인지에 대해 고민하고 전 생애주기에 있어서 배움에 열린 자세가 필요하다. 이 같은 지속적인 학습(능력)을 위해 요구되는 핵심 가치는 호기심, 정보 리터러시, 감정적 소통능력이 있다. 이 세 가지는 인공지능의 역할이 커지는 지식정보 사회에서 모든 사람에게 무엇보다 필수적인 핵심 능력이 될 것이다. ■

66 신경망 방식의 기계번역 기술로 기존의 번역오류 85%까지 감소 🕠

1. 인공지능의 충격

2016년 3월 이세돌 9단이 구글 딥마인드가 개발한 알파고와의 바둑 대결에서 1-4로 패하면서, 한국사회는 일대 충격에 빠졌다. 아무리 인공지능과 컴퓨터 기술 이 발달해도. 인간 고유의 영역 또는 기계가 인간을 능가하기 어려울 것으로 여겨졌 던 바둑에서 사람이 기계의 상대가 되지 못한다는 충격적 현실을 모두가 실감했다. 세계 최고의 바둑기시가 기계를 맞아 맥없이 돌을 던지는 상황은 그동안 공상과학 적 상상이나 강 건너 불로 여겨온 미래가 눈앞에 닥쳤음을 확인시켰다.

구글과 마이크로소프트가 공개한 자동번역 기술은 그동안 사람의 수준까지 따 라오자면 아직도 상당한 시간이 남았을 것이라고 여겨지던 영역인 한국어-영어 번 역에도 충격을 던졌다. 구글이 2016년 11월 공개한 신경망 방식의 기계번역 기술은 문장 내 구문 단위로 번역하던 수준에서 진화해, 사람의 언어 구사 방식처럼 전체 문장을 하나의 번역 단위로 간주해 한 번에 번역하는데 번역 품질이 획기적 수준으 로 개선됐다. 구글의 번역 서비스 총괄인 버락 투로프스키는 "신경망 기계번역 기술





덕분에 구글 번역은 기존 번역 오류를 55~85% 감소시키는 등 지난 10년간 쌓아온 발전 그 이상의 결과를 단번에 이룰 수 있었다"고 비결을 자랑했다.

2016년 11월 18일엔 국내 대표적인 퀴즈프로그램〈장학 퀴즈〉에서 국내 개발 인공지능이 역대 퀴즈왕들을 꺾고 우 승을 차지했다. 한국전자통신연구원(ETRI)이 개발한 인공 지능 엑소브레인이 2016년 장학퀴즈 상반기 우승자. 하반기 우승자, 2015년 대입 수능시험 만점자, 방송사 두뇌게임 프 로그램의 준우승자 등 4명을 모두 제패하고 1위를 차지하는 실력을 과시했다. 엑소브레인은 이날 장학퀴즈에서 초반부 터 우세를 보였고. 4~5개의 문제를 남겨놓은 상태에서 일 찌감치 우승을 확정지었다. 인공지능 엑소브레인이 한국어 를 구사하는 사람 중에서 문제 해결 능력이 가장 뛰어나다

66 인공지능은 어느날 갑자기 혜성처럼 나타난 기술이 아님

는 것을 보여준 셈이다. 인간 수준으로 문장을 분석할 수 있는 '한국어 분석 기술' 과 문제에 대한 답을 추론하는 '자연어 질의응답 기술'을 기반으로 빅데이터를 스스로 학습하고 저장하는 기능을 구현한 덕분이다. 엑소브레인은 초기 개발 단계라 영어 등 비한국어 지식에 관한 오류를 보였지만 앞으로 데이터가 더 축적되고 알고리즘을 통한 학습이 진행될수록 뛰어난 능력을 보일 것이라는 기대를 받고 있다.

[그림 2] 2011년 IBM 왓슨과 2016년 ETRI 엑소브레인의 퀴즈쇼 출연 모습





알파고 쇼크로 상징되는 인공지능 충격이 2016년 한국사회를 강타했다. 인공지 능은 어느날 갑자기 혜성처럼 나타난 기술이 아니다. 오래 전부터 연구개발을 통해 빠른 속도로 발달해온 컴퓨터 기술의 결과다. 특히 최근 인공지능 기술이 사람의 직무를 대신할 수 있는 능력을 과시하면서 기대보다는 일자리 축소에 관한 공포를 불러오고 있다. 인공지능과 자동화를 앞세운 '제4차 산업혁명'이 기존의 지식체계와 직업 체계를 구조적으로 바꾸고 있다는 세계적 연구기관의 분석과 보고서가 줄을 잇고 있다. 2016년 1월 스위스 다보스에서 열린 세계경제포럼은 자동화와인공지능으로 인해 15개 국가에서 5년간 710만개의 일자리가 기계에 의해 대체되고 200만개의 새로운 일자리가 생겨나, 약 500만개의 일자리가 사라질 것이라는보고서를 발표했다(장필성, 2016). 2013년 영국 옥스퍼드대학과 싱크탱크 네스타(NESTA)는 10~20년 안에 현재 직업의 47%가 자동화에 의해 대체될 것이라는 보고서를 공개했다(Frey and Osborne, 2013). 미국 노동부는 2011년 초등학교에 입

66 한국은 제조업 노동력을 산업용 로봇으로 대체하여 향후 10년간 인건비의 33% 감축 전망 99

학하는 학생들의 65%는 대학을 졸업하는 2027년께 현재 존재하지 않는 직업을 갖게 될 것이라고 전망했다(Rosen, 2011). 현재 초등학교 6학년생들이 10년 뒤 취업하게 될 때에는 현재의 직업 대부분이 사라지고 새로운 분야의 직업들이 생겨난다는 예측이다.

세계적 컨설팅회사인 보스턴컨설팅그룹은 2015년 보고서를 발간해, 현재 로봇이 담당하는 제조 공정이 10% 수준인데, 2025년에는 25%로 늘어날 것이라고 전망했다(Sirkin et al., 2015). 보고서는 특히 한국을 산업용 로봇 채택에 가장 적극적인 나라로 꼽았다. 한국은 2025년 제조업 노동력의 40%를 로봇으로 대체하고, 로봇으로 인해 향후 10년간 인건비를 33% 감축할 것으로 전망됐다. 한국노동연구원이 2015년 옥스퍼드대학 연구진의 방법론을 활용해 국내 노동시장을 분석한 결과, 2014년 하반기 기준 국내 일자리 중 자동화에 의한 대체 확률이 높은 고위험군 일자리 비중이 55~57%에 달한다는 분석 결과를 발표했다(김세움, 2015). 국내의 경우 기술로 인한 일자리 감소 비율이 미국보다 10%p가량 오히려 높은 상황이라고 분석된 것이다. 이는 국내 노동시장 구조가 미국 등 선진국에 비해 기술에 의한 대체가 용이한 영업 및 판매직 종사자가 많고 교육, 법률, 의료분야의 고숙련 전문서비스 종사자는 적어서 기술 진보에 취약한 상황이기 때문이다.

《제2의 기계시대》를 저술한 매사추세츠공과대학(MIT)의 에릭 브린욜프슨과 앤드류 맥아피 교수는 "1차 기계혁명이 인간의 육체적 노동력을 대체하는 형태로 진행됐다면 2차 기계혁명은 인간의 지적 노동력을 대체하는 모습으로 이뤄진다"고말한다(에릭 브린욜프슨, 앤드류 맥아피, 2014). 변호사, 펀드 매니저, 기자, 소설가,약사, 의사 등의 각종 전문직의 일자리가 로봇에 의해 수행되면서 훨씬 효율성이 높아지고 정확해졌다는 뉴스가 잇따르고 있다. 자율주행 자동차, 드론, 인간형 로봇,감성형 로봇,원격 의료, 맞춤형 유전자 치료, 사물인터넷, 빅데이터 등 기술발달로인해 사람이 수행해오던 일들을 기계가 훨씬 정확하고 빠르고 경제적으로 처리하는 영역이 확대되고 있다.

인공지능의 놀라운 성취는 동시에 우리 사회에 가뜩이나 좁은 일자리에 대한 불

66 현재 학교교육의 80~90%는 적 성인이 됐을 때 쓸모없을 수 있음

안과 두려움으로 나타났고 불길은 이내 교육의 문제로 옮겨붙었다. 대부분의 지적 활동과 직업 영역에서 사람보다 기계가 더 뛰어난 결과를 내놓을 것이라는 전망 앞에서 미래에 인간은 무엇을 할 수 있을까, 혹은 인공지능 시대에 요구되는 인간 고유의 능력은 무엇일까에 대한 질문이 던져졌다. 항상 교육은 미래 사회에 필요한 지식과 덕성을 가르치는 게 목표였지만, 새로이 던져진 문제는 기존의 교육 내용 대부분이 미래에 쓸모없을 것이라는 인식에서 비롯했다. 그리고 이것은 산업과 지식의구조가 근본적으로 바뀌는 거대한 변화가 원인이다.

II. 인공지능 시대와 미래 교육

세계적 베스트셀러 〈사피엔스〉의 저자 유발 하라리 이스라엘 히브리대학 역사학 교수는 지난 4월 한국을 찾아 "현재 학교교육의 80~90%는 아이들이 성인이 됐을 때 쓸모없을 수 있다"며 인공지능 시대에 교육이 왜 화두인지를 다시 일깨웠다(프레시안, 2016.4.26.).

인공지능 기술과 알파고의 실력이 놀라운 수준이긴 하지만, 세계 모든 나라가 한 국사회와 교육계처럼 충격과 불안의 소용돌이에 빠진 것은 아니다. 유독 한국사회가 겪고 있는 충격과 불안이 큰 이유는 무엇일까? 이세돌과 알파고의 대결이 벌어진 곳이 서울이기 때문이 아니다. 한국사회와 교육계가 유난히 미래에 대한 관심과 이해가 깊은 탓도 아니다. 한국사회는 공공과 민간 부문이 교육에 집중적으로 자원을 투입해왔지만 전혀 미래를 향한 대비가 되지 못한다는 사실을 깨달았기 때문이다. 교사, 학생, 학부모가 불가피한 현실이자 경쟁 체제라고 전제하고 동의해온 교육 시스템의 지반이 무너지고 있다는 것을 알게 됐다. 이런 자각은 각 교육주체들의 불안과 불신으로 나타났다. "아이들이 살아갈 미래 인공지능과 정보화시대는 현재의 직업과 일자리가 대부분 사라지는 게 명확한데 과연 우리는 미래에 유용한 교육을 하고 있는가?"

알파고 쇼크는 한국의 교육현실이 미래 교육의 핵심과 얼마나 벗어나 있는가를

66 한국교육은 굴뚝경제에 기초한 형태로 학생들을 교육시켜옴 🦡

알려줬다. 국가적으로, 개인적으로 많은 시간과 자원을 교육과 학습에 집중 투자하 고 있지만 미래에 거의 소용이 없을 것이라는 것을 알파고를 통해 확인했다. 2016 년 6월 타계한 미래학자 앨빈 토플러가 10여 년 전에 "한국 학생들은 학교와 학원 에서 미래에 필요하지도 않은 지식과 존재하지도 않을 직업을 위해 하루에 10시간 넘게 낭비하고 있다"고 말한 쓴소리도 다시 주목받았다(이만열, 2016). 토플러는 15 년 전인 2001년 한국 정부의 의뢰로 작성해 제출한 보고서 (위기를 넘어서: 21세기 한국의 비전〉에서도 아래처럼 교육 개혁을 강조한 바 있다.

"...한국의 교육체계는 반복작업 위주의 굴뚝경제 체제에 기초한 형태로 발전하고 학 생들을 교육시켜왔다. 한국 교육은 학생들이 21세기에 맞는 24시간 유연한 작업체계 보다는 사라져가는 산업체제의 시스템에 알맞도록 짜인 어긋난 교육시스템을 고수하 고 있다. 21세기 교육시스템은 학생들이 어느 곳에서나 혁신적이고 독립적으로 생각 할 수 있는 능력을 배양해 새로운 환경에 적응할 수 있도록 길러줘야 한다. 한국 교육 체계의 변화는 '교육공장'들을 보다 효율적으로 운영하는 것에 머물러서는 안되며 교 과과정에서부터 교육시간과 장소에 이르기까지 보다 본질적인 문제를 다뤄야 한다..."

「앨빈 토플러, 2001」

세계적 미래학자가 15년 전부터 미래의 변화 방향을 제시하고 산업사회 시스템 에 맞게 설계된 낡은 교육체계를 구조개혁할 것을 보고서로 지적했지만, 한국사회 는 알파고 쇼크를 계기로 비로소 그 중요성과 시급함에 눈을 뜨게 되었다. 한국 교 육의 구조적 문제는 국가간 비교조사를 통해서도 확인된다. 국가간 교육 성취도를 비교하는 대표적 조사는 경제협력개발기구(OECD)가 15세 청소년들을 대상으로 시행하는 국제 학업성취도평가(PISA)와 성인들을 대상으로 학업 역량을 평가하는 국제 성인역량조사(PIAAC)다. 2000년부터 PISA 평가에 참여한 한국 교육은 단기 간에 높은 성취를 이룩한 성공적 사례로 언급되고 있지만, 자원의 투입량과 극심한 경쟁 환경을 기반하고 있어 내용을 보면 구조 개혁이 시급하다. 가장 최근인 2012 년의 PISA 수학 부문에서 한국은 553.77점으로 참여 66개국 중 5위, 상하이, 싱가 포르, 홍콩, 대만 등 도시국가 등을 제외하면 OECD 34개 회원국 중 1위다(연합뉴스, 2013.12.3.). 하지만 그 점수를 얻기 위해서 얼마나 오랜 시간을 투입했는가를 보여주는 학습 효율성은 정반대다. 한국은 주당 수학학습시간이 7시간6분으로 조사대상 66개국 중 베트남(8시간21분)에 이어 2위이고, OECD 34개 국가 중에서 가장 길다. 즉 단위 학습시간당 학습효율 측면에서는 OECD 국가 가운데 꼴찌다. 한국이 PISA 수학 부문에서 보이는 최고의 학업 성취와 최저의 학습 효율성은 3년 단위의 PISA 조사에서 반복되고 있으며, 전혀 개선되지 않고 있다.

성인(16~65세)을 대상으로 한 PIAAC 조사(2012년)에서도 한국 교육의 특징이 그대로 드러난다(유한구, 김영식, 2015). 이 조사에서 한국 성인의 문해력은 20대 초반 최고점을 찍고, 이후 급속한 기울기로 하락한다. 10대와 20대 초반의 문해력과 학업성취는 최상위 수준이지만, 이후 지속 하락해 55~65세는 바닥권이다. 급속한 사회 발전기에 상대적으로 교육 기회를 누리지 못한 장노년층도 한 원인이지만, 기본적으로 대학 입시에 집중된 한국의 교육 시스템을 반영한다. 대입을 위해 10대에 학습량이 집중되고, 고교 졸업 이후엔 학습을 하지 않는 평생학습 그래프를 보여준다. 한국은 PIAAC 조사에서 '나는 새로운 것을 배우기 좋아하다'는 학습흥미도 조사에서도 꼴찌를 기록했다. 학교 교육이라는 제도와 대입이라는 한국사회의 생존 경쟁이 벌어지는 10대에는 어느 나라보다 오랜 시간 학습하지만, 각자의 필요와 사회의 요구에 따라서 진행되어야 할 이후의 자발적 학습에서는 동기를 잃어버린다는 것을 보여준다. 학교 교육이 미래에 불필요한 지식을 강요해 오히려 자발적 학습능력을 잃어버리게 만드는 역기능을 하고 있다는 지적이 나오는 이유다.

PISA와 PIAAC 조사에서 드러나는 병리적 현실에도 불구하고 한국 교육은 대학입시로 대표되는 한정된 사회적 자원 획득을 위한 경쟁과 절차로 여겨지며 수용되어왔다. OECD 국가 중 청소년 자살률 1위, 행복 지수 5년 연속 꼴찌라는 부끄러운지표를 만든 배경이다. 하지만, 최근 우리 사회가 직면한 인공지능의 미래는 모든 것을 유보하면서 획득한 대학 입학이나 학습 내용이 미래 사회에서 직업과 성취를 이루는 데 쓸모가 없을 수 있다는 것을 알려줬다. 직업의 구조 자체가 전복되고 재편

FISA 수학부문에서 한국은 최고의 학업성취도와 최저의 학습효율성을 동시에 보임 66 산업사회 인력공급이 목표였던 교육체계는 유효성을 잃고 근거를 위협 받게됨 ••

될 미래에는 대입만을 목적으로 한 학습 관행과 선호 대학 졸업도 대책이 되지 못 할 것이라는 것을 많은 사람들이 인식하게 됐다.

III. 산업화 시대 교육의 유효성과 한계

교육은 사회와 문화의 가치가 두루 반영되는 복잡하고 다층적인 체계이기 때문 에 단번에 모든 것을 바꿀 수 없다. 교육은 과거-현재-미래를 잇는 연속이며, 다양한 교육 수요자와 관계자들의 기대와 이해를 고려해야 한다. 교육 개혁이 어려운 이유 이지만, 최근의 인공지능과 자동화로 인한 교육의 위기는 오히려 항상 어려움을 겪 어온 교육 개혁에 새로운 논리와 동력이 될 수 있다. 현재의 교육 내용과 체제가 미 래에 지속될 수 없다는 공감대가 광범위하게 만들어지고 있기 때문이다.

'알파고 쇼크'는 단기적 목표와 '빠른 추격자(fast follower)' 전략을 선택하고 사 회적·개인적 자원을 집중해온 한국사회 구조가 주요한 배경이다. 선진국들이 오랜 세월과 단계적 발전 과정을 거쳐 이룩한 결과를 목표로 설정한 뒤 모방과 압축적 학습을 중심으로 빠른 추격전을 펼쳐온 한국의 전략은 대체로 성공적이었고, 이 는 많은 영역에서 경로 의존성을 형성했다. 교육도 예외가 아니었다. 한국 교육은 국가의 산업화 전략을 충실히 뒷받침해왔고, 대학입시는 교육의 수요자와 공급자 가 문제를 느끼면서도 교육의 현실적 목표 달성을 위한 가장 강력한 수단으로 기 능해왔다.

하지만 대량 생산과 소비를 기반으로 하는 산업사회가 인공지능과 자동화 기술 기반의 정보사회로 변모함에 따라 산업사회 인력 공급을 목표로 했던 교육체제가 유효성을 잃고 근거를 위협받게 됐다. 근대 교육은 산업사회에 요구되는 직무에 투 입할 인력을 목적으로. 표준화된 제도 교육 시스템을 만들어냈다(켄 로빈슨. 2015). 3R(읽기, 쓰기, 셈하기) 능력을 갖춘 인력을 길러내는 표준화된 교육 과정과 평가를 통한 획일화 교육이다. 하지만, 자동화와 인공지능 기술의 발달로 산업사회 이후 사 람이 해오던 직무 대부분을 기계가 대체하기 시작했고, 기존 교육은 미래를 대비시

'답이 있는 문제'에서 인간은 기계를 앞서기 어려워짐

켜주지 못할 것이라는 우려가 제기된 것이다.

학교 교육은 미래 세대를 위한 교육으로 미래의 예고된 변화로부터 영향을 받는 게 자연스럽지만, 한국은 충격이 유난히 크다. '빠른 따라잡기'라는 구체적 목표와 방법론을 정한 뒤 집중해왔는데, 과녁이 어느 순간 사라졌기 때문이다. 정답 혹은 도달해야 할 목표를 최우선적으로 추구해온 게 한국교육의 특징인데, 갑자기 방향과 의미를 잃어버린 것이다. 정보기술과 인공지능의 발달로 인해, 정답이 정해져 있는 문제는 사람이 기계의 상대가 되지 못한다는 것을 날마다 확인하고 있다. 하지만 역설적으로 교육의 위기는 교육을 위한 기회이기도 하다. 그동안 눈앞의 도구적·기능적 요구에 밀려나 있었던 교육의 본질을 묻기 때문이다. 또한 기존의 각종 전문 직들이 인공지능과 자동화에 의해서 대체되고 직업의 미래를 예측하는 것이 기본 적으로 어려워지는 환경에서, 궁극적 관심은 미래 인재에게 요구되는 핵심 역량이무엇인지로 연결된다. 모든 것이 불안해지는 상황에서는 결국 사람 고유의 지혜와역량을 계발하는 것으로 관심이 집중된다. 현재의 교육이 위기라는 것은 새로운 교육을 위한 기회인 이유다.

2011년 미국의 퀴즈프로그램 〈제퍼디 쇼〉에서 IBM의 컴퓨터 왓슨이 인간 퀴즈 챔피언들을 꺾고 우승한 사실, 2014년 튜링테스트를 통과한 최초의 인공지능 유진 구스트만의 등장, 2016년 알파고의 승리와 엑소브레인의 장학퀴즈 우승 등은 '답이 있는 문제'를 해결하는 데 인간이 기계를 앞서기 어려워졌다는 걸 일깨웠다. 모든 정보가 디지털화되는 빅데이터 시대에 기계학습 기능을 발달시키고 있는 인공지능은 많은 영역에서 사람을 뛰어넘는 실적을 보이고 있다. 의사, 변호사, 약사, 기자, 바둑기사, 회계사, 세무사 등 많은 전문직이 자동화와 인공지능의 위협을 받고 있다. 데이터화할 수 있고 패턴화할 수 있으면, 즉 '정답'이 있는 영역은 결국 똑똑한 기계의 몫이 된다는 것을 점점 확인하게 될 것이다. 암산과 연산 능력이 수학 실력과 별관계없음을 전자계산기가 알려줬다면, 인공지능과 인터넷 기술은 '정답'과 '모범답안'을 중심으로 가르쳐온 교육의 유효성이 끝났다는 것을 증명했다.

66 어떻게 하면 늘 변화하면서 살 수 있을까 99

IV. 인공지능시대가 묻는 인간의 가치와 능력

미래 사회는 인공지능 기계에 의해 대체되지 않을 뿐 아니라 오히려 더욱 중요해 질 인간의 역할과 역량에 주목해야 한다. 또한 기술의 급속한 발달로 인해 빠르게 변화하는 사회 환경 속에서 중요성이 변하지 않을 인간의 고유 능력과 사회적 가치를 탐구하고 이를 구성원들과 공유해야 한다. 이는 미래에 각광받을 것으로 전망되는 분야와 지식을 교육하는 것과 근본적으로 궤를 달리한다. 인공지능과 자동화기술의 정보화 시대는 무엇보다 지식이 방대한 규모로 생산 활용되고 또 빠르게 낡아버리는, 부단한 변화의 시기이기 때문이다. 특정한 직무를 상정한 교육 대부분은 빠르게 변화하는 기술과 사회 변화로 인해 더 이상 유효하지 않게 되었다.

유발하라리는 "우리가 아이들에게 가르쳐줄 가장 중요한 기술은 '어떻게 하면들 변화하면서 살 수 있을까', '어떻게 해야 내가 모른다는 사실을 직면하며 살 수 있을 것인가'"라고 말했다(프레시안, 2016.4.26.). 이른바 스팀(STEAM: 과학, 기술, 공학, 예술, 수학) 분야의 지식이나 코딩 교육이 근본적인 미래 교육의 대책이 될 수 없다. 인공지능 기술의 발달에 따라 공학과 컴퓨터 관련 기술과 지식은 손쉽게 대체될 수 있는 영역이다. 하라리의 말대로 부단히 변화할 사회에서 가장 중요한 능력은 '늘 변화하면서 살 수' 있는 능력, 즉 유연성이다. 한국의 학교가 산업사회에서 적용됐 던 낡은 방식으로 교육하고 있다고 비판한 앨빈 토플러가 21세기 지식정보 사회에 서 가장 필요한 능력으로 강조한 것은 '지속적인 학습능력(learning ability)'이다.

산업사회의 교육이 지식정보 사회에서 통용될 수 없게 된 것은, 기본적으로 사회적 환경이 달라지고 그에 따라서 요구되는 인간 능력이 변화하기 때문이다. 지식정보 사회는 지속적으로 변화하는 사회이고, 필요한 정보를 언제 어디서나 편리하게 누구나 얻을 수 있는 사회다. 지식변화에 적응할 수 있는 유연성과 정보 활용능력이 무엇보다 중요해진다.

모든 정보가 디지털화하고 인터넷으로 연결되어 정보 이용의 시공간 거리가 사실상 사라진 데 따른 필연적 변화다. 하버드대 복잡계 물리학자 새뮤얼 아브스만 (2014)은 〈지식의 반감기〉에서 "모든 지식은 유효기간을 지닌 가변적 지식"이라

인공지능과 자동화기술도 빠르게
 발전하는 숱한신기술의 하나일뿐 99

고 말한다. 컴퓨터의 연산 기능이 2년마다 2배 가까이 증대한다는 무어(Moore) 의 법칙과 네트워크 사용자 증가에 따라 네트워크의 가치가 늘어난다는 멧칼프 (Metcalfe)의 법칙이 지배하는 정보기술 사회에서 지식의 증가와 기계처리능력은 점점 가속화하는 게 기본 속성이다. 학교에서 배운 지식과 졸업증, 자격증이 수십년간 유용하던 산업시대는 지나갔다. 지식의 생산량이 늘어나고 변화 속도가 빨라 지는 지식정보사회에서 과거의 지식과 사고방식에 안주하는 것은 가장 위험한 태도다. 중고교 시절 가장 많은 시간을 학습에 투입하지만, 대학입시를 치른 이후부터는 학습하지 않는 한국사회는 인공지능 시대에 가장 취약한 교육 구조를 이루고 있다는 것을 PIAAC 조사가 알려준다.

지식의 양이 제한적이고 접근이 어렵던 시절에는 학년에 따라 학습해야 할 필수적 지식을 표준적 교과과정으로 만들어 교사가 가르쳐온 교육이 효과적이었지만, 컴퓨터와 인공지능 환경에서는 한계가 명확해졌다. 특히 이러한 교육 방식에 학습역량과 자원을 집중 투자해온 것이 그동안은 제한적 효과라도 가졌었지만, 이젠달라졌다. 대학 입시를 목적으로 한 과다한 학습량과 경쟁 위주 교육은 자기주도적 학습이 중요해지는 중등교육 이후 오히려 개인의 학습의욕과 능력을 떨어뜨리는 결과를 가져오기 때문이다. 이는 학생은 물론 사회적으로 막대한 손실이자 시간과 자원의 낭비다. 미래 세대에 적합하도록 교육의 내용과 방식을 새로 설계해야하는 절박한 이유이다.

미래 사회는 인공지능과 자동화 기술의 영향력이 커져서 인간의 지식과 능력을 압도할 것으로 거론되고 있지만, 사실은 인공지능과 자동화 기술도 빠르게 발전하는 숱한 신기술의 하나다. 미래 사회는 무엇보다 지식정보사회이고, 인공지능과 자동화 기술은 지금 시점에 새로 등장한 파괴적 힘의 신기술일 따름이다. 지식정보사회는 방대한 정보와 지식이 만들어져서 지속적으로 변화하고 지식의 힘이 지배하는 세상이다. 지식정보 사회의 빠른 변화에서는 변화 적응력이 무엇보다 중요한데, 이는 인공지능과 로봇 등 특정 기술에 민첩하게 적응하는 걸 의미하지 않는다. 미래의 기술 패러다임은 사물인터넷, 바이오 엔지니어링, 브레인 임플란트 같은 새

66 미래에는 호기심, 정보 리터러시, 감정적 소통능력이 필수적 핵심능력 99

로운 기술로 바뀔 수도 있다. 소프트웨어 코딩 교육 같은 구체적 기능을 교육해도 실제로는 거의 사용하지 못할 수 있다. 미래에는 전혀 다른 프로그래밍 언어가 등 장할 수 있고, 소프트웨어 프로그래밍은 인공지능이 사람보다 훨씬 뛰어날 수 있는 영역이기 때문이다. 1990년대 중반까지는 컴퓨터를 사용하기 위해서 엠에스 도스(MS-DOS) 명령어와 조작법을 익히는 게 필수였다. 하지만 1995년 윈도95, 윈도 98 등으로 컴퓨터 운영체제가 그림 아이콘과 마우스를 통한 윈도 방식으로 바뀌자 도스 명령어의 쓸모는 사라졌고 사설 컴퓨터 학원들도 급감했다. 새로운 밀레니엄을 앞둔 1990년대 말, 미래는 정보화사회가 될 것이라며 '정보검색사 자격증'이 인기 높았던 시기도 있었다. 정보검색은 중요해졌지만, 정보검색사라는 직업은 이내 사라졌다. 중요한 것은 이처럼 지속적으로 기술환경, 사회환경이 변화하는 세상에서 필수적인 변화 수용력, 달리 말하면 유연성과 창의성을 어떻게 교육할 수 있을 것인가의 문제이다.

인공지능이 보편화할 미래에는 사람에게 고유한 능력이 무엇인지를 질문한다. 교육의 목적과 가치도 변화하게 된다. 뛰어난 인지 기능을 구현하는 인공지능과 함께 살아야가 할 미래에서 변화하는 세상에서의 지속적인 학습능력을 구성하기 위해 서는 호기심과 정보 리터러시(literacy)¹⁾, 그리고 기계가 구현할 수 없는 감정적 소통능력이 요구된다. 이 세 가지는 인공지능의 역할이 커지는 지식정보 사회에서 모든 사람에게 무엇보다 필수적인 핵심능력이다.

1. 호기심

지식정보 사회는 디지털과 인터넷을 기반으로 하고 있어서, 모든 지식과 정보에 누구나 도달할 수 있다는 게 주요한 특징이다. 교과서와 참고서, 교사가 알려주지 않는 세상의 모든 지식에 학생 누구나 손쉽게 접근할 수 있는 환경이다. 하지만 지식의 접근가능성이 지식의 활용을 의미하지 않는다는 것을 주목해야 한다. 누구나스마트폰과 인터넷을 통해 인류가 이뤄놓은 방대한 지식에 도달할 수 있지만, 그것

¹ 리터러시: 문자화된 기록물을 통해 지식과 정보를 획득하고 이해할 수 있는 능력.

호기심을 키우려면 자유로운 상상과엉뚱한 질문을 허용해야함하용해야함

을 제대로 활용할 줄 아는 사람은 많지 않다. 학습하려는 목표와 의지를 갖고 있는 사람에게만 유용한 도구이다. 학생으로 하여금 학습 의지와 목표를 갖게 하기 위해서 부모의 요구와 기대, 사회적 압력을 동원하지만 효과는 제한적이다. 학생이 성장할수록 자발적이고 자기주도적 학습이 중요해진다. 학생 중심의 자기주도 학습을 가능하게 하는 것은 외부의 요구와 압박 아닌, 학습자 마음속에서 생겨나는 내적 필요성인 호기심이다. 지적 호기심을 지닌 학생은 그호기심을 충족시키기 위해다양한 수단을 동원해 학습하고 문제를 해결하려고 한다. 인터넷과 스마트폰은 최적의 환경을 제공한다. 호기심은 학습과 문제 해결을 이뤄내는 가장 강력한 동기이고, 학생은 호기심을 풀어나가는 과정에서 스스로 효율적이고 창의적인 자신만의학습 노하우를 습득하게 된다. 호기심을 품은 문제를 자기주도적으로 해결해본 경험을 지닌 학생은 이를 다양한 영역의 문제로 확대 적용할 수 있다. 이 과정을 경험하며 자기주도적 학습을 익힐 수 있다.

사람은 누구나 호기심 가득한 아이로 태어나 세상에서 필요한 지식과 정보를 빠르게 습득한다. 하지만 호기심은 정해진 정답이나 모범답안이 주어지면 작동하기 어렵다. 정해진 지식을 전수하려는 '정답 위주' 교육은 단기적 효율성이 있지만, 장기적으로는 호기심과 자발적 학습에 대한 흥미를 없애는 결과를 가져온다. 호기심은 행동과 생각을 자유로운 목적지(모범답안)를 정해놓고 '빠른 추격자' 전략을 펼쳐온, 효율 우선주의 교육 풍토에서 활성화되기 어렵다. 학생들의 호기심을 키우려면 자유로운 상상과 엉뚱한 질문을 허용하고, 스스로 지식 추구의 경험을 해나가도록 격려해야 한다. 호기심 기반 교육은 정답과 교과과정에 수록된 지식 전달을 위주로 하는 교육 방식에서는 병립하기 어렵다. 호기심의 결과가 모범답안이나 정답으로 귀결되도록 유도된다면, 이는 호기심이 아닌 정답을 위한 학습법에 불과하다. 제시되는 문제나 과업이 정답을 고려하지 않은 상태로 설정되어야 하는데, 효율성과 대학입시 위주의 중등교육과정의 현실에서는 어려운 문제다. 또한 호기심은 기존의 방법과 결과들을 의심하고 새로운 방법을 생각하는 데서 생겨나므로, 기존에당연하게 수용되어온 방법과 가치에 대해서 비판적 접근을 수반하기 마련인데 이

호기심은학습 결과에서가장 뛰어난성취를 보여줌 99

역시 국내 교육 풍토와 사회 분위기에서 지난한 문제이다.

학생들이 일상적으로 호기심을 경험할 수 있는 교육 공간은 학교와 교실이지만, 한국사회의 집단주의와 토론 부재 문화, 효율성 추구는 교실에서도 호기심을 방해한다. 교사도, 학생들도 호기심 기반 교육과 토론에 익숙지 않다. 왜 질문을 통해호기심 기반 교육을 해야 하는지에 대한 목표 제시도 그를 위한 구체적인 방법도 교육받지 못했기 때문이다. 질문이 활발할 것으로 예상되는 명문대의 강의실에서도 질문이 없는 한국 교육의 현실은 이혜정(2014)의 〈서울대에서는 누가 A+를 받는가〉와 2014년 초 방영된 EBS의 6부작 교육 다큐 프로그램 '왜 우리는 대학에 가는가'에서 그 실태가 구체적으로 알려졌다.

질문과 호기심을 찾아보기 힘든 우리 교육 현실이지만, 거의 모든 지식이 누구에 게나 접근가능한 형태로 주어지는 인터넷 세상에서는 교육에서 호기심의 역할이 갈수록 결정적이 되어가고 있다. 엉뚱한 질문과 호기심이 수업 분위기를 흐트러뜨리고 비효율적으로 보일지라도 호기심은 학습 결과에서도 가장 뛰어난 성취를 보여준다. 영국 에든버러대 심리학 교수 소피 폰 스툼은 2011년 논문 〈굶주린 정신〉에서 개인의 성공을 예측하는 설명 변수들 가운데 하나만 꼽으라면 그것은 호기심이라고 말했다(구본권, 2015).

2. 정보 리터러시

지식과 정보의 바다를 항해하기 위해 필요한 지적 능력은 호기심과 함께 정보 판별력이다. 호기심이 학습자 주도의 자발적인 학습을 이끄는 동력이라면, 정보 판별능력은 끝없는 자극을 추구하는 호기심을 제어하고 목적지를 찾을 수 있도록 해주는 방향타이다.

무한한 정보 환경에서 호기심은 유익하지만 위험도 안고 있다. 유익한 정보와 해로운 정보가 혼합돼 있고, 진실과 거짓이 뒤섞인 상태이기 때문이다. 이런 환경에서 지적 추구의 동력인 호기심을 자신이 원하는 방향으로 유용하게 활용하기 위해서는 정보 판별력이 요구된다. 무한한 환경에서 필요한 능력은 자신과 공동체에 필

요한 것들을 선별하고 우선순위를 제대로 판단할 수 있는 능력이다. 작가 어니스 트 헤밍웨이가 작가는 지식을 만들어내는 사람이라며 "누구나 각자 헛소리 탐지기 를 지니고 작동시켜야 한다"고 강조한 능력도 비판적 사고력이다(Manning, 1965).

기계가 대체할 수 없는 인간 고유의 능력으로 창의성과 호기심이 주목받고 있다. 정해진 답과 목표 중심의 국내 학교교육은 호기심과 창의성이 중요해지는 변화된 환경에서 교육의 위기 요인이다. 호기심과 창의력은 비판적 사고능력과 분리할 수 없이 밀접하게 연결되어 있다. 호기심은 지식간의 간극과 인지 부조화에서 생겨나 지만 호기심을 해소할 수 있는 구체적인 지식과 창의적 결과물로 연결되기 위해서 는 비판적 사고능력이 필수적이다. 호기심이 생겨나는 다양한 물음에 대해 사회적 으로 제공되는 기존의 통념과 상식, 인지적 관행 등은 호기심이 지속되기 어렵게 만 든다. 호기심이 새로운 지적 발견과 탐구로 연결되기 위해서는 기존의 상식과 사회 적 통념에 저항해, 전혀 새로운 추구를 하는 과정 즉 비판적 사고력을 필요로 한다. 정답과 정해진 목표 달성을 위한 경쟁을 강요하는 국내 교육은 학생들로 하여금 제 도 교육 이후 각자의 호기심과 필요에 기반해 자기주도적 학습역량을 키워나가야 하는 미래 세대에게 오히려 반교육적 효과를 끼친다.

유비쿼터스 환경에서 손쉽게 주어지는 정보와 지식의 내용과 의도를 비판적으로 검토하는 것은 기술과 도구의 영향력이 커지는 지능정보사회에서 더욱 중요한 능력이 된다. 기술의 영향력이 커진다는 것은 순기능의 효과만이 아니라 역기능의 영향 또한 동일한 스케일로 증폭된다는 것을 의미한다. 대부분의 기술과 서비스는 상품의 형태로 제공되는 게 속성인데, 더 많은 판매와 이용을 목적으로 하는 상품의 속성상 개발자와 업체는 해당 기술과 서비스의 긍정적인 측면만을 홍보하고 마케팅한다. 강력한 영향력을 지닌 기술은 긍정적 효과만이 아니라 대부분 부정적 효과 또한 그 세기가 강력하다. 개발자와 업체가 알리지 않는 이러한 강력한 기술의 부정적 측면을 인지하고 이해하면서 사용하는 것이 현명한 사용법이다. 이는 정보기술의 영향력이 커짐에 따라 모든 사회 구성원들에게 새로운 시민적 능력으로 요구되는 기술 리터러시 능력이다.

● 호기심을 해소할 수 있는
 ► 지식과 창의적
 결과물을 위해 비판적 사고능력이
 ● 필수적으로 요구 ●●

" 개인과 사회가 기술을 통제하기 위한 기술리터러시와 사회적 논의 시스템 필요

새로운 정보 기술과 도구를 긍정적으로만 보거나 부정적으로만 보는 것 둘다 위험하다. 기술과 도구의 속성에 대해 제대로 알고 사용 방법을 익힌 뒤에야 통제력을 갖고 원하는 대로 사용할 수 있다. 기술과 도구의 수용에 앞서 작동방식과 영향을 파악하는 게 우선이다. 똑똑한 기계가 인간 인지능력을 대신하는 환경에서는 학문과 교육의 본질인 보편적 접근법과 성찰적 태도가 더 요구된다. 한국 교육은 문과, 이과를 나누고 세부 전공으로 나눠 분과지식 중심으로 주입시켜왔다. 호기심과 비판적 사고력이 무엇보다 중요한 교육의 목표가 되는 것은 한국 교육 현실에 독이자, 약이다. 기술 리터러시는 거대한 영향력을 갖춘 기술에 대한 이해를 기반으로 한 새로운 교육법의 기본이 되어야 한다.

새로운 도구와 기술이 가져올 기회를 먼저 누리려는 목적에 사로잡혀, 기술이 가져올 다양한 효과에 대해서는 이해를 게을리 한다면 불행한 결과로 이어진다. 이는 컴퓨터, 인터넷, 스마트폰, 디지털 교과서 등 정보기술 일반에 적용되는 접근방식이다. 디지털과 인공지능 기술의 사용법을 넘어선 기술이 사회와 개인에 끼치는 영향을 인지하고 개인과 사회가 최대한 통제할 수 있게 만드는 기술 리터리시와 사회적논의 시스템이 필요하다.

3. 공감능력

인공지능 시대에 사람의 공감능력과 감정적 소통 기능은 더욱 중요해진다. 영국 옥스퍼드대학의 진화생물학자 로빈 던바(2011)는 인간을 비롯한 다양한 영장류의 사회생활 집단 규모와 두뇌 크기를 비교·관찰한 연구를 통해 두뇌 크기가 소속 집 단의 크기에 따라 달라진다는 점을 밝혀냈다. 사람의 대뇌 신피질이 어느 생명체보 다 크고 발달한 이유는 인간이 동물 중 가장 고등한 소통수단을 통해 복잡한 사회 관계를 형성하기 때문이다. 인간 두뇌는 무엇보다 사회생활을 위한 감정적 소통과 처리를 수행하는 과정에서 발달한 체계로, 생태계에서 인간의 우월성은 사회생활 을 가능하게 하는 복잡하고 미묘한 감정적 소통능력이다.

하지만 인공지능 기술 발달로 사람의 감정을 인식하고 그에 반응하는 도구의 등

장은 인간의 감정적 소통 능력에 일찍이 없던 도전을 던진다. 프랑스의 로봇업체 알데바란이 개발한 최초의 감정인식형 로봇 페퍼는 일본에서 높은 인기로 판매되고 있다. 신시아 브리질이 만든 소셜로봇 지보는 감정인식에 기반한 개인비서 기능의로봇이 우리의 일상 깊숙이 들어와 사람 못지않은 감정적 소통상대가 될 것이라는 기대를 갖게 한다. 이러한 감성형 로봇의 등장에는 인공지능 기술 발달과 함께 소셜미디어 분석, 얼굴인식, 표정 및 음성 분석 등을 통해 기계가 사람의 감정과 상태를 인식할 수 있게 된 덕분이다.

반려로봇, 섹스로봇 등 인간의 감정을 상대하고 처리하는 로봇이 등장한다는 것은 동시에 기존에 사람들끼리 맺어온 유대와 감정적 관계에 근본적 변화가 생긴다는 것을 의미한다. 2013년 개봉한 할리우드영화 〈그녀〉에서처럼, 감성형 인공지능과 로봇의 등장은 사람으로 하여금 사람보다 기계와의 관계를 더 추구하게 만드는 요인이 될 수 있다. 인간의 감정과 관계는 사람들 사이에서 상호적이었고, 상대의 반응을 통해 항상 변화하는 구조였다. 하지만 감성형 로봇과 섹스로봇의 등장은 사용자의 요구를 무조건 처리하는 기능이 특징이다. 이러한 감성형 로봇과 섹스로봇이 확산될 경우 이는 상대의 반응과 표정, 눈빛을 살피면서 반응해온 사람의 소통 능력에 중대한 변화를 가져올 가능성이 있다. 매사추세츠공대(MIT)에서 30여 년 넘게 테크놀로지와 사람과의 관계를 연구해온 사회심리학자 셰리 터클(2012)은 인터넷이나 로봇을 통해 형성하는 유대감은 서로를 결속시키는 것이 아니라, 정신을 팔게 만드는 연결이라고 말한다.

사람 수준의 감정 인식 및 표현 기능의 인공지능이 등장하면 시간이 지날수록 더 사람과 비슷한 능력을 갖게 되고 자연스럽게 사람들은 그에 대한 의존이 깊어질 것이다. 이럴 경우 동시에 인간만의 고유한 가치와 특징은 희소해진다. 마치 공장시스템 기반 대량생산 시대에 수제 명품에 대한 수요가 생겨나듯 인간의 고유성에 대한 관심이 높아지는 환경이다. 섹스로봇이나 감정 인식 로봇이 보급되면 이 도구가 많은 사람들의 감성적 상대가 되는 현상은 불가피하고, 강한 수요를 갖고 있는 관련기술 개발과 채택을 막을 수 없다. 1인 사회, 고령화 사회, 개인주의가 강화될 미래

공감과 소통능력은 어느 때보다 중요한 인간의 능력이 될 것99

에 감성형 로봇은 범용화가 예상된다.

사람들이 감성형 로봇과 인공지능과의 관계에 익숙해지게 되면 자신의 기대와 예상과 다르게 반응하는 자연인의 감정에 대응하는 것이 어려워질 수 있다. 사람이 상대의 감정과 미묘한 상태 변화를 읽는 능력이 발달하지 않을 수 있고, 조작하고 통제할 수 있는 로봇과 달리 상대 사람의 감정과 반응은 나의 통제 영역 밖이다. 사회적 존재인 인간에게 감정 파악과 표현 등 감성적 소통 능력은 존재를 규정하는 핵심 기능이지만, 제대로 발달하지 못하거나 퇴화할 수 있는 환경이 된다. 인공지능을 통해 인간처럼 감정적 소통과 표현능력을 도구에 구현한 결과 우리는 감성형 로봇을 곁에 두고 감정적 관계마저 의지하게 되지만, 이는 결과적으로 사회적, 감정적 동물로서의 인간의 핵심 소통능력에 위협을 가져오는 환경이다. 인공지능 시대에 사람과의 감정적 소통이 줄어들고 어려운 관계가 됨에 따라, 인간의 공감과 소통능력은 어느 때보다 중요한 인간의 능력이 될 수 있다.

인공지능 기술 개발 경쟁을 선도하고 있는 마이크로소프트의 최고경영자 사티 야 나델라는 2016년 11월 〈니혼게이자이신문〉과의 인터뷰에서 "인공지능이 보급된 사회에서 가장 희소성을 갖는 것은 타인과 공감할 수 있는 힘을 가진 인간"이라고 말했다(중앙일보, 2016.11.30.).

V. 맺는 말

지식과 정보의 힘이 지배하는 지식정보사회인 인공지능 사회에서 기존의 교육제도와 학습방법은 유효성을 상실한다. 기계가 사람처럼 지적 인식과 판단, 업무 처리 기능을 수행할 수 있게 되면서 기계가 할 수 없는 사람만의 영역을 찾아 그에 필요한 역량을 계발해야 한다. 지식과 환경이 지속 변화하는 미래 인공지능 사회에서 무엇보다 중요한 능력은 평생 학습능력이다. 변화하는 세상에서 자기주도적으로 길을 찾아가는 능력은 호기심과 정보 판별능력이다. 두 가지는 배우는 사람 스스로 주체가 되는 지적 태도이고 교육자는 안내자와 보조자의 역할을 할 따름이

다. 호기심과 비판적 사고력은 정보사회의 무한 지식 환경에서 무엇보다 중요한 자기주도적 학습의 요소이지만, 체계적이고 조직적 교육이 거의 이뤄지지 않아왔다. 인공지능 사회는 새로운 지식 학습방법을 우리에게 요구한다. 또한 사회적 존재로 서의 공감능력과 소통능력은 항상 사람의 핵심적 자질이었지만, 인공지능 환경에서 사람처럼 감성적 반응을 하는 도구가 등장함에 따라 더욱 중요한 인간 고유능력으로 주목받고 있다. 호기심, 비판적 사고력, 공감능력은 인공지능 시대를 해쳐나갈 핵심적인 인간능력이다.

기상청은 일찍부터 국내 최고 성능의 슈퍼컴퓨터를 활용해 기상예보를 해온 기관이다. 하지만 아무리 슈퍼컴퓨터의 성능과 예보관련 도구가 발달해도 정확한 기상예보는 여전히 불가능하다. 우리가 현실에서 만나는 최대의 복잡계 시스템의 하나인 기상은 도구와 기술로 완벽한 예측이 불가능하다. 슈퍼컴퓨터를 활용한 인공지능 기상예보시스템이 발달해도 여전히 한계가 있으며 사람의 최종적 판단과 선택이 필요한 영역이다. 기술과 도구가 발달할수록 그를 제대로 활용하기 위해서는 사용자가 해당 도구에 대해 더욱 많이 연구해야 하며, 기술과 도구에 의존할 수 있는 영역이 어디까지인지 그리고 어느 영역을 인간이 판단하고 선택해야 할지를 결정해야 한다.

참고문헌

구본권, 2015: 로봇시대, 인간의 일, 어크로스, 344pp.

김세움, 2015: 기술진보에 따른 노동시장 변화와 대응, 한국노동연구원, 155pp.

로빈 던바, 2011: 발칙한 진화론, 21세기북스, 295pp.

새뮤얼 아브스만, 2014: 지식의 반감기, 책읽는수요일, 338.

셰리 터클, 2012: 외로워지는 사람들, 청림출판, 560pp.

연합뉴스, 2013: "한국학생 수학성적 1위지만 흥미·자신감은 '꼴찌'"(2013.12.3.)

유한구, 김영식, 2015: PISA 및 PIAAC을 이용한 교육성과 비교와 정책과제, 이슈페이퍼, 2015(4), 30pp.

앨빈 토플러, 2001: 위기를 넘어서: 21세기 한국의 비전, 정보통신정책연구원, 103pp.

에릭 브린욜프슨, 앤드류 맥아피, 2014: 제2의 기계시대, 청림출판, 382pp.

 기술과 도구의 적용영역을
 파악하고 인간이 활용할 영역을
 선택해야 할 것임 ** 이혜정, 2014: 서울대에서는 누가 A+를 받는가, 다산에듀, 368pp.

임마누엘 페스트라이쉬, 2016: 인생은 속도가 아니라 방향이다, 21세기북스, 291pp.

장필성, 2016: 2016 다보스포럼: 다가오는 4차 산업혁명에 대한 우리의 전략은?, 과학기술정책, 26(2), 12-15.

중앙일보, 2016: "AI가 의사 대체해도 간호·복지사는 부족할 것"(2016.11.30.)

켄 로빈슨, 2015: 아이의 미래를 바꾸는 학교혁명, 21세기북스, 2015, 432pp.

프레시안, 2016: "〈사피엔스〉 저자 "학교 교육 80~90%, 쓸모없다""(2016.4.26.)

Frey C. B. and Osborne M. A., 2013: The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation, Oxford University Programme on the Impacts of Future Technology, 72pp.

Sirkin, H., Zinser, M., and Rose, J., 2015: The Robotics Revolution: The Next Great Leap in Manufacturing, The Boston Consulting Group.

The Atlantic, 1965: "Hemingway in Cuba" (1965.8.)

The Atlantic, 2011: "Project Classroom: Transforming Our Schools for the Future" (2011.8.29.)

인공지능의 기상정책 개발 활용

국립기상과학원 연구기획운영과

- │ . 들어가며
- II. 기상청의 인공지능 적용 노력
- Ⅲ. 자연어 처리와 감성분석
- Ⅳ. 사용자 감성을 파악하는 기술
- V. 감성분석 활용방안
- Ⅵ. 맺음말

기상청은 영향예보의 본격적인 실시를 위해 관측망 확충, 수치모델 개발, 예보역량 강화, D/B 구축, 농업· 관광·수산 분야 시범서비스 고도화, 보건·체육·교통 등 국가정책 지원 등 수많은 기술적 분야에 인공지능 기반의 딥러닝 기술 적용을 모색하고 있다. 하지만 딥러닝 외에도 기상캐스터, 블로그 관리 등 기상정보 사용자와의 접점을 늘이려는 시도에 자연어 처리와 같은 인공지능 기술이 활용될 수 있다. 그 중에서도 대표적인 자연어 처리 기술인 감성분석은 웹, 게시판, SNS 등에 나타난 사용자 감성을 파악하여 마케팅 전략에 활용되는 유용한 기술이다. 감성분석을 활용하여 기상청 혹은 서비스에 부정적 감성이 증가한 원인을 파악하거나 서버에 저장되는 관련 정보들을 분석하여 대국민 혹은 대언론 홍보정책 개발에 활용함으로써 사용자 만족도를 제고할 수 있을 것이다. ■

66 정부는 2017년 인공지능 기술 분야에 전년비 80% 증액한 예산을 배정 🕠

1. 들어가며

"사람들은 항상 변화를 두려워한다. 처음에 전기를 발명했을 때 사람들은 두려워했다. 그리고 석탄을 두려워했고. 휘발유 엔진을 두려워했다. 사람들은 자신들이 모르는 것 에 대해서 두려움을 느낀다. 시간이 흐르고 나면 첨단 반도체 기기들도 받아들이게 될 것이다."

「빌게이츠. 마이크로소프트」

구글의 자회사인 딥마인드가 제작한 컴퓨터 바둑 인공지능 프로그램인 알파고 가 대한민국의 프로 바둑기사인 이세돌 9단을 4:1의 전적으로 이겼을 때. 언론은 인공지능 기술이 인간의 뇌가 판단하는 사고력을 따라잡은 것에 대한 놀라움을 보도하는 동시에 우리나라의 기술수준이 선진국에 비해 뒤처져 있는 현실에 대 한 위기감을 역설하였다. 언론과 국민들은 AI에 대해 신드롬에 가까운 관심을 보 였고, 대대적인 관심에 편승한 정부는 2017년 R&D사업에서 인공지능 기술 분야 에 2016년 대비 80% 증액한 예산을 배정하기도 하였다. 하지만 그렇게 활활 타오 를 것만 같았던 인공지능의 불길은 이내 다른 뉴스와 구별하기 어려운 지나간 소식 이 되는 듯하다.

그럼에도 불구하고 이미 소프트파워를 통한 '지능형 제품과 공장'으로 대표되는 4차 산업혁명에 적응해 가면서 엄청난 이익을 창출하고 있는 선진국의 기업을 보 고 있자면, 인공지능은 알파고와 같은 단순한(?) 게임용 소프트웨어에 그치는 것이 아니라는 것을 알 수 있다. GE는 항공기 엔진에 센서를 부착하여 엔진 이상을 모니 터링하는 서비스를 제공함으로써 관련 기술 분야에서 1조 2.000억 원의 수익을 거 두고 있고, 전통적 소프트웨어 기업인 구글은 자율주행 자동차를 만들겠다고 공언 한 상태다(국가공무원인재개발원, 2016). 최근에 사업계획을 포기하긴 했지만, 애 플도 전기자동차 생산을 저울질한 바 있다. 우리나라의 자동차 제조회사들도 기초 단계의 차선이탈 방지 및 자율주차시스템을 접목한 자동차를 판매하고 있다. 중국 의 추격을 걱정하던 대한민국의 제조업 경쟁력이 중국의 추월에 갈팡질팡하고 있

66 인공지능의 논리와 계산력을 잡 앞서기 힘든 것은 당연한 결과 99

는 사이 거대한 산업화 물결이 세계를 휩쓸고 있고, 그 중심에 인공지능이 자리 잡 앞서기 힘든 것은 고 있다. 미래의 고객맞춤형 제품 및 서비스 제공에 필수적인 기술이 인공지능을 필 59 두로 한 관련 소프트웨어 산업인 것은 주지의 사실이다.

많은 사람들은 인공지능이 영화 「스타워즈」의 R2-D2처럼 '나'를 도와줄 수 있는 우수한 보조자가 되길 바라겠지만 한편으론 「T-Robot」에서 표현되었던 인간형 로봇 혹은 「매트릭스」에서 인간의 의식을 지배했던 우월적 존재처럼 내게 해를 끼칠 수도 있는 기술로 생각할 수 있다. 실제로 이세돌 9단이 패배한 직후 터져 나왔던 탄식은 인간으로서의 우월성이 침해당한 현실에서의 패배감 못지않게 인공지능이 가져올지도 모르는 어두운 미래에 대한 우려였을 것이다. 물론 그 미래에는 인간의 직업을 대체함으로써 실직자를 대량생산하게 되는 모습도 있을 것이다. 그렇다면 인공지능의 기술발전을 두려워만 해야 하는 것일까. 물론 그렇지 않다. 편리한 이동을 위해 만든 자동차보다 빨리 달릴 수 있는 인간이 없듯이, 인간의 편의를 위해 만든 컴퓨터의 최종 목적지라고 할 수 있는 인공지능에 논리력과 지식의 습득 측면에서 인간이 따라잡기 힘든 것은 어찌보면 당연한 것이다. 빌게이츠의 말처럼 새로운 기술에 대한 두려움을 접고 더 우수한 인공지능 개발에 힘쓰는 한편, 그러한 과정에서 주어지는 과실을 어떻게 활용하여 더 나은 '인간으로서의' 가치를 창출할지를 고민해야 할 것이다.

II. 기상청의 인공지능 적용 노력

기상청은 올 1월 「'영향기반의 기상예보'를 통해 국민에게 더 가까이 다가갑니다!」라는 제목의 보도자료를 배포하면서 기상현상 발생 가능성을 단순 전달하는 것을 뛰어넘어 기상현상으로 예상 가능한 피해의 발생 가능성을 국민에게 함께 제공하겠다는 포부를 밝혔다. '영향예보(impact-based forecast)'는 날씨와 기후의 영향을 받는 수요자에게 위험성 대비를 위해 필요한 맞춤형 의사결정 정보를 제공하는 것으로서, 국민 삶의 질을 한층 높이는 실용적 선진형 예보서비스이다. 지구온난화

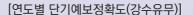
66 영향예보로의 전환은 필수불가결한 사항

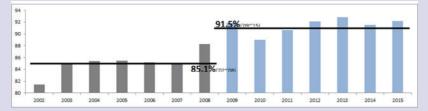
로 인해 태풍, 홍수, 집중호우 등의 발생 빈도가 잦아지고, 예상되는 피해가 커짐에 따라 기존의 현상 중심 예보서비스가 기상재해 대응을 위한 효과적인 의사결정 지 원에 불충분하다는 공감대가 형성되었다. 또한 현재의 예보 체계에서 드러난 한계 는 영향예보로의 전환이 필수불가결한 것임을 뒷받침한다.

아래는 2016년 6월에 발간된 「기상기술정책」지의 '영향예보 비전과 추진 방향' 에서 언급된 내용의 일부이다. 글에서는 현재 예보 체계의 문제점과 시사점을 통해 영향예보로의 전환에 대한 당위성을 설명하고 있다.

현재 예보 체계의 문제점

단기예보 정확도(강수유무 기준)는 2008년 동네예보의 적용을 통해 한 단계 도약 하였으나, 이후 현재까지 약 91.5% 수준에서 정체되고 있다. 대기 자체의 불확실성, 수치예측의 한계 등으로 인한 예측 불확실성으로 결정론적 예보는 정확도에 근본적 인 한계를 지니고 있기 때문이다. 따라서 확률론적 예보를 통해 기상현상의 발생가 능성을 제공하여 리스크 저감을 위한 폭넓은 의사결정을 지원할 필요성이 존재한다.





또한 세계 주요국 수준의 예보 수준(단기예보 정확도(강수유무) 92.2%)에도 불구 하고, 기상서비스에 대한 체감은 이와 간극이 존재하고 있다. 2014년 기상업무 국민 만족도 조사결과에 따르면, 기상서비스에 대한 국민만족도와 신뢰도는 각각 77.5점. 75.1점에 불과한 것으로 집계되었다.



66 영향예보의 실현을 위해 다양한 기술분야에 인공지능이 적용될 수 있을 것 99

시사점

따라서 기존의 예보 틀을 뛰어넘는 혁신적 변화가 필요하다. 같은 기상현상이라도 시간과 장소에 따라 달라지는 기상현상의 영향을 고려한 예보 서비스를 통해 기상 서비스의 가치를 향상시킬 수 있다. 아울러 유관 기관과의 적극적 소통·협업체계 구축을 통해 상호간 기상 및 방재 정보의 교류 체계를 구축해야 한다. 즉, 영향정보를 기반으로 한 이음새 없는 체계를 구축하여, 다가오는 위험기상에 대한 정보를 조기에 제공하는 기상예보 패러다임의 변화가 필요하다.

영향예보의 본격적인 실시를 위해 관측망 확충, 수치모델 개발, 예보역량 강화, D/B 구축, 농업·관광·수산 분야 시범서비스 고도화, 보건·체육·교통 등 국가정책 지원 등 수많은 기술적 분야에 인공지능 기술이 적용될 수 있다. 예를 들면, 서로 다른 격자로 수집된 모델 및 관측 데이터의 동화(同化), 기상-산업·생활 데이터 간의 연관성 추정, 예보 활용을 통한 의사결정으로 예상되는 편익 분석 등에 여러 비선형 변환기법을 조합시키는 기계학습 알고리즘인 딥러닝이 활용될 수 있을 것이다.

그런데 '과연 인공지능 분야가 예보업무를 지원하는 일련의 기술적 과정 안에서 만 적용가능할까'라 의문이 든다. 중국의 한 지역매체에서는 기상캐스터를 대신해 66 인간의 언어를 기계가 직접 분석함으로써 의사결정을 빠르게 지원 🦡

예보를 전달하는 샤오빙(小水, xiaobing)이 서비스되고 있는 등 사용자와의 접점 을 늘이려는 시도에도 인공지능이 활용될 수 있음이 확인되고 있기 때문이다. 샤오 빙(마이크로소프트)과 함께 애플의 Siri, IBM의 왓슨 등은 인간의 언어를 이해하 고, 그것을 기계적으로 분석하여 우리들이 사용하는 언어로 대답을 할 수 있는 수 준에 도달해 있다. 기계와 직접 대화하는 기술은 아니지만, 우리나라도 2018 평창 동계올림픽에서 한국어와 7개 언어(영어, 중국어, 일본어, 프랑스어, 스페인어, 독일 어. 러시아어)간 자동 통·번역 서비스 제공을 목표로 하고 있다(문화체육관광부, 2015). 딥러닝을 통한 기술적 발전과 병행하여 자연어 처리 분야의 기술을 기상청 에서 활용할 수는 없을까.

III. 자연어 처리와 감성분석

자연어 처리 또는 자연언어 처리는 인간의 언어를 기계적으로 분석해서 컴퓨터가 이해할 수 있는 형태로 만들고, 다시 인간이 이해할 수 있는 언어로 표현하는 제반 기술을 의미한다¹⁾. 컴퓨터가 이해할 수 있는 형태로 처리한다는 점에서 인공지능과 대단히 밀접한 관련이 있다. 최근에는 전산적인 관점에서 자연언어의 통계적·논리 적 모형을 다루는 전산언어학과 거의 비슷한 의미로 사용되고 있다. C, Java같은 기 계어가 아닌 인간의 언어를 사람이 개입하지 않고 기계(컴퓨터)가 직접 분석(이해) 해서 인간의 의사결정을 지원할 수 있다면 실생활의 많은 부분이 바뀔 수 있을 것이 다. 딥러닝 기술을 통해 앞서 언급했던 영향예보 기술을 사용자(국민)가 모바일 앱 이나 웹의 홈페이지를 거치지 않고 다른 사람에게 말하듯이 물어보는 것만으로도 원하는 정보를 얻을 수 있다면 검색에 따른 시간을 단축함으로써 의사결정을 앞당 길 수 있을 것이고, 만약 위급한 상황이라면 생사를 가르는 기술이 될지도 모른다. '생명을 지키는 기술'처럼 거창하게 생각하지 않더라도(물론 실제로는 대단한 기 술이다!) 최근 제품 서비스 구매자가 작성한 평가 정보를 분석하여 마케팅에 활용

¹ 위키백과(https://wikipedia.org/wiki/)

하는 Opinion Mining을 생각할 수 있다. Opinion Mining은 감성분석이라고도한다. 사람들은 SNS, 블로그, 포털사이트, 제품구매사이트의 게시판 등에서 자신들의 의견을 자유롭게 개진하고 있는데, 이렇게 작성된 다양한 의견들을 수집해서분석자가 원하는 의견 카테고리(긍정-부정-중립, 악성-일반 등)로 분류하는 기술이 감성분석이다. 감성분석은 일반적으로 특정 제품·서비스에 대한 사용자의 평가(디자인, 가격, 기능 등)를 속성별로 구분한 뒤 그에 대한 의견을 분석함으로써 차후의 제품제작 및 서비스 개발에 참고하기 위해 실시된다.

주조화되지 않은
 자유형식의 평가
 자료에서 사용자들의
 니즈를 파악하는
 감성분석 기술 19

IV. 사용자 감성을 파악하는 기술

미국의 경제주간지 'Forbes」는 2012년에 '10년 전에는 없었던 유망직업 10선'을 발표하였다(표 1). 스마트폰의 확산과 빅데이터의 대두로 인해 앱 개발자, 소셜미디어 관리자, 자료 분석가 등이 주목을 받았는데, 특이하게도 CLO (Chief Listening Officer)라는 직업이 순위에 이름을 올렸다. CLO는 소셜 미디어와 실제 생활에서의 대화를 통해 소비자들이 말하는 것이 무엇인지를 보고 들음으로써(즉, 분석함으로써) 유용한 정보를 찾아내는 업무를 총괄하는 직업이다. 기업의 CLO들은 자사의 제품 혹은 서비스에 대한 평판, 불만, 감성의 추이를 분석하거나 혹은 파워블

로거와 같은 영향력 있는 소수를 파악하여 그들을 통해 입소문이 퍼져나갈 수 있도록 전략을 세운다. CLO들은 정형화된 설문이나 인터뷰를 통해 얻어진 것이 아닌 구매(사용)자들이자발적으로, 솔직하게(때로는 욕설로서) 작성한 '후기'를 통해 소비자들의 니즈를 파악하기위해 노력한다. 그리고 일반적으로 이때 가장많이 사용되는 것이 소셜 미디어 자료들이다.

/π 1\	1이년	전에는	어어더	ᄋᇚ	지어	10서
(표 //	10단	건에는	ᆹᆻ딘	πо		IUL

번호	직업			
1	App Developer			
2	Market Research Data Miner			
3	Educational or Admissions Consultants			
4	Millennial Generational Expert			
5	Social Media Manager			
6	Chief Listening Officer			
7	Cloud Computing Services			
8	Elder Care			
9	Sustainability Expert			
10	User Experience Design			

66 워드클라우드는 대용량 소셜 미디어 자료를 분석하는 기본적인 방법 👊

소셜 미디어 자료를 분석하는 기본적인 방법으로 워드클라우드²⁾가 있다. 그림 1 은 2016년 11월 1일부터 11월 30일까지 한 달 동안의 국내 뉴스들 중에서 '기후변 화'를 언급한 기사에 나타난 키워드들을 워드클라우드로 나타낸 것이다. 총 1.926 건의 뉴스를 수집하여 200회 이상 출현한 단어들로 시각화한 것이다. 그림 1에서 글자 크기가 크고, 색이 진할수록 워시자료에 자주 출현했던 단어이다(그림 1의 원 시자료로 활용한 뉴스들은 네이버API를 통해 R의 N2H4³⁾ 패키지를 활용하여 수 집가능하다). 그림 1에서 11월의 기후변화 관련 이슈는 "트럼프"였던 것을 알 수 있 다. 이는 미국의 대통령 선거결과 트럼프 후보자가 당선되면서 그동안 기후변화에 대한 회의론과 화석연료 개발에 관한 그의 발언으로 인해 지금껏 진행되어온 기 후변화 정책이 영향을 받을 것에 대한 우려가 반영된 것으로 보인다. 이처럼 수많



은 기사들을 직접 보지 않고 도 한 달 동안 기후변화 관련 뉴스에 나타난 내용을 짐작할 수 있는 것이 워드클라우드의 장점이다. 물론 원시자료에서 명사를 추출하는 분석기의 성 능문제와 단지 출현 횟수만으 로 전체를 판단해야 하는 한 계를 가지고 있다. 하지만 대 용량의 빅데이터를 모두 열람 하는 것은 현실적으로 불가능 한 상황에서 급변하는 트렌드 를 읽기에 좋은 툴이 될 수 있 는 것도 사실이다.

² 문서의 키워드, 개념 등을 직관적으로 파악할 수 있도록 핵심 단어를 시각적으로 돋보이게 하는 기법(출처: 네이버시사상식사전)

³ www.github.com/forkonlp/N2H4

감성분석은 워드클라우드같은 기본적인 단어 추출에서 시작하여 소셜 미디어에 나타난 사용자 감성을 파악하여 제품개발 및 마케팅 전략에 활용되는 유용한 기 술이다. 워드클라우드를 통해 대략적인 분위기를 짐작해야만 하는 원시자료에 대해 감성분석이 활용된다면 사용자들이 제품과 서비스에 대해 갖고 있는 감성(인식, 호감 등)을 좀 더 세밀하게 파악하는데 도움을 받을 수 있다. 감성분석의 과정은 그

사용자 감성을 파악하여 마케팅에 활용하는데 유용한 기술인 감성분석 99

림 2와 같다.

사용자의 의견이 담긴 SNS, 블로그, 뉴스, 댓글 등의 원시자료를 수집하고, 수집된 자연어들을 분



석하기 위해 품사별로 구분하는 형태소 분석을 실시한다. 분석된 개별 형태소들이 작성자의 텍스트를 어떤 감성 카테고리로 구분할 수 있는지 지수화된 점수와 함께 저장되는 것이 감성사전이고, 이 감성사전과 분석자가 사용하는 감성분석 기법의 성능을 평가한 후 적정 성능이 확보되었다고 판단되면 감성분석이 실시된다. 감성 분석에 대한 간단한 설명은 다음과 같다.

1. 데이터 수집

소셜미디어에 관련된 데이터 수집을 전문적으로 대행해주는 업체도 있지만, 데이터 수집만으로도 비용이 많이 발생하게 되므로 간단하게는 각 소셜미디어의 오 픈API를 통해 샘플링 방식으로 전체의 일부분을 수집하는 방법도 있다. 통계 패키지인 R을 예로 들면, twitteR의 'searchTwitter' 명령어로 트위터에 대한 키워드 검색이 가능하고, N2H4의 'getComment' 명령어는 입력한 키워드에 대한 뉴스와 댓글을 수집할 수 있다. 각각의 자료는 트위터와 네이버의 오픈 API에서 제공하고 있다.

44 감성분석의 분류 성능에 큰 영향을 주는 감성사전 99

2. 형태소 분석

수집된 자료들은 작성자가 임의로 적은 글이기 때문에 기호, 욕설, 줄임말, 영어 등이 혼재해 있다. 일반적으로 사람이라면 쉽게 이해가 가능하겠지만, 컴퓨터가 이해할 수 있도록 하기 위해서는 문장을 형태소 단위로 구분하는 작업이 선행되어야한다. 이처럼 문장을 형태소로 구분해주는 작업을 형태소 분석이라 하고 이때 사용되는 툴을 형태소 분석기라고 한다. 형태소 분석기에는 서울대학교의 꼬꼬마, 카이스트의 한나눔, 국민대학교의 KLT(Korean Language Technology) 등이 있고, 프로그래밍 언어인 파이썬, C, R 등에서 활용가능하다. 분석기마다 분류결과가 다르게 표출되므로 사용자가 선택해서 사용하면 된다.

3. 감성사전 제작

분석된 형태소들만으로는 컴퓨터가 문장의 감성을 판단할 수 없다. 그래서 형태소와 함께 분석자가 원하는 감성 예를 들면, 긍정-부정으로 구분하기 위한 판단 기준이 필요하다. 많은 연구들에서 다루어진 대표적인 감성사전 제작방법은 인터넷 상에서 흔히 볼 수 있는 평점 게시판을 사용하는 것이다. 평점을 작성한 사람이 이미 자신의 의견을 평점으로 표현했다고 가정하면, 해당 글에 나타난 형태소들은 작성자가 부여한 평점에 속할 확률이 큰 단어들이 된다. 수많은 평점자료들을 수집하게 되면 통계적으로 각각의 형태소에 대한 감성 지수를 도출해 낼 수 있다. 이렇게 도출된 감성 지수와 형태소 그리고 품사를 함께 저장한 말뭉치를 감성사전이라고 한다.

4. 감성분석

감성사전을 활용하여 특정 형태소가 A라는 문장을 긍정으로 구분할지, 부정으로 구분할지를 분석하게 된다. 그런데 이때의 문제점은 한 개의 문장내에 다수의 형태소가 존재한다는 것이다. 감성사전 내에 존재하는 각각의 형태소들은 저마다

감성정보 표출시스템 의 감성지수를 갖고 있기 때문에 이들을 적당하게 합하여 문장의 감성을 판단해 구축 가능 야 한다. 최근 주로 논의되는 방법은 기계학습 방법 중의 하나인 나이브베이즈4를 통해 큰 확률값의 감성을 선택하거나. 마찬가지로 기계학습 방법인 SVM⁵⁾을 통해

출패이지 상에

V. 감성분석 활용방안

할수 있다.

기상청에서는 감성분석을 그림 3과 같이 활용하는 방안이 있다. 홈페이지 상에 기상청과 관련된 뉴스/댓글 혹은 SNS의 반응들을 실시간으로 표출하거나 서버에 저장된 일정 기간 동안의 데이터를 종합한 보고서를 통해 정책개발에 반영할 수 있

분리경계면 식을 도출한 뒤 임계값보다 큰 경우에 주요 감성(주로 부정)으로 분류

다. 그림 3과 같은 표출시스 템은 일반인들이 쉽게 접 할 수 있는 홈페이지의 사 례를 나타냈지만, 청사 내 부에 모니터링 시스템을 별 도로 구축한다면 직원들이 실시간으로 국민들의 기상 청 관련 요소들에 대한 반 응을 살피는데 도움을 줄 수 있을 것이다. 시스템에 서 구현 가능할 것으로 생 각되는 요소들에 대해 간



⁴ 특성들 사이의 톡립을 가정하는 베이즈 정리를 적용한 확률 분류기의 일종으로서 텍스트 분류에 사용됨으로써 문서를 여러 범주 중 하나로 판단하는 문제에 대한 대중적인 방법(출처: 위키백과)

⁵ Support Vector Machine: 패턴인식, 자료 분석을 위한 지도학습 모델로서 두 카테고리 중 어느 하나에 속한 데이터의 집합이 주 어졌을 때, SVM 알고리즘은 주어진 데이터 집합을 바탕으로 새로운 데이터가 어느 카테고리에 속할지 판단하는 비확률적 이진선 형 분류 모델을 만듦(출처: 위키백과)

 저장되는 감성정보들은 대국민/대언론 홍보정책 개발에 활용 가능 99

단히 살펴보면, 먼저 기상청에 대한 부정적인 감성의 뉴스 혹은 SNS(댓글) 반응이 증가하는지, 만약 증가한다면 그때의 중점 키워드는 무엇인지 살펴보는 것이다. 주 제별로 기상청 언급 빈도 혹은 부정감성의 변화 그래프를 표출할 수도 있고, 만약 분석 자료가 뉴스라면 부정적 감성이 증가한 원인이 되는 뉴스의 원문을 즉시 확인할 수 있을 것이다. 서버에 저장되는 일련의 정보들은 사용자가 원할 때마다 분석하여 대국민 혹은 대언론 홍보정책 개발에 활용될 수 있을 것이다.

한편, SNS와 댓글 작성자들의 주된 연령은 20~30대의 젊은이들일 것으로 판단되는데, 일반적으로 그들의 기상서비스에 대한 만족도가 낮게 나타나고 있다. 언급된 시스템을 활용하여 기상청은 청년층에 대한 이해를 높이고, 서비스 개선을 위한 기상청의 노력을 그들에게 보인다면 긍정적인 효과를 거둘 수 있을 것이라 생각된다. 생각해 보라. 사람들이 기상청에 원하는 영향정보가 무엇인지, 현재 서비스에 부족한 점이 무엇이라고 생각하고 있는지, 언제·어떤 정보가 주로 사용되는지, 어떤 정보를 사용하고 있지 않은지, 현재 서비스에 대한 불만족 원인이 된 사건이 무엇인지 등 수많은 사람들의 생각을 설문조사를 수행해서가 아니라 컴퓨터가 빅데이터를 분석해서 자동으로 그것도 실시간으로 알려주고, 정책결정자는 자신이 원하는 기간만큼 샘플을 분석해서 기상서비스 개발에 활용한다면? 수요자 맞춤형의 더 나은 기상처에 대한 신뢰도 향상으로까지 이어질 수 있을 것이다.

VI. 맺음말

최근 인공지능이 대두되었지만, 그것을 기상분야에 어떻게 활용할지에 대해서는 논의가 계속되고 있다. 대체로 딥러닝을 통한 관측 및 예보기술 향상에 초점이 맞 춰져 있으나 추가적으로 자연어 처리를 활용한 서비스 개선노력이 병행될 필요가 있다. 이에 본 글에서는 자연어 처리 기법 중 감성분석에 대해 설명하고 활용예시를 보였다. 감성분석은 자연어에 나타난 사용자들의 감성을 파악함으로써 마케팅 분 야에 주로 활용되고 있는데. 기상청에서 국민들의 만족도와 관련된 감성을 파악하 는데 활용한다면 만족도 제고를 위한 정책 개발에 도움이 될 수 있을 것이다. 물론 감성의 정확한 분석을 위해 감성사전을 제작하는 노력이 필요하고, 감성분석의 결 과가 최초 개발시 예상한 기대치에 못 미칠 수도 있지만, 그러한 시도에 따른 노하우 가 더 나은 서비스의 믿거름이 될 것이라 확신한다.

최근 구글은 알파고에 쓰였던 인공신경망 머신러닝 기술을 적용하여 문장을 번 역하는 번역기를 출시하였다. 과거 문장을 구문 및 단어 단위로 쪼개 뒤 번역하던 기술을 넘어 완전한 문장을 통째로 번역하고. 외국어에 대해서도 번역 학습이 가 능하다. 구글은 기존의 통계방식을 사용했던 번역기에 비해 오류를 최대 85% 줄여 정확도를 높였다고 한다. 구글 외에도 우리나라의 네이버. 중국의 바이두도 각각 번 역기를 출시하여 서비스하고 있다(매일경제, 2016.11.16.). 인공지능을 활용한 번역 기술의 발전은 문장 전체의 의미를 컴퓨터가 이해할 수 있게 됨을 의미한다. 결국 문장의 의미와 함께 감성이 학습된다면 미래에는 본 글에 제시된 감성분석보다 더 정확하게 사람의 언어를 이해하여 의사결정을 지원할 수 있는 서비스가 개발될 수 있을 것이다.

기상청이 딥러닝을 통한 영향예보 개발 확산과 자연어 처리를 통한 대국민 서비 스 개발을 통해 대한민국의 인공지능 응용 부처로서 선도적인 역할을 하길 희망 하다.

참고문헌

기상청, 2016: 기상기술정책, 9(1), 74pp.

문화체육관광부 보도자료, 2015: "언어장벽 없는 2018평창동계올림픽 추진 시동-문체부·미래부·조직 위, 자동 통·번역 서비스 협력 업무협약 체결"(2015.12.28.).

매일경제, 2016: "통·번역사들 긴장해야겠네...구글 번역, AI로 업그레이드"(2016.11.16.).

인사혁신처 국가공무원인재개발원, 2016: PUBLIC HRD, 제75권, 91pp.

Forbes, 2015: "Jobs That Didn't Exist 10 Years Ago" (2012.5.11.10.).

66 딥러닝을 통한 영향예보 개발과 자연어 처리를 통한 대국민 서비스 개발의 병행 🦡

인공지능 도입으로 정확도를 혁신하는 기상예보

고한석 고려대학교 전기전자공학부 교수 hsko@korea.ac.kr

- 1. 인공지능과 산업혁명
- 11. 기상 자료 분석과 영향예보에의 인공지능 활용 방법
- Ⅲ. 결론

1. 인공지능과 산업혁명

인류는 1~3차의 산업혁명 과정을 거쳐 4차 산업혁명에 직면하고 있다. 2016 다보스포럼은 올해 중요 논의 과제로 4차 산업혁명을 다루었다. 소프트파워를 통한 사물 혹은 제품의 지능화는 4차 산업혁명의 핵심 키워드이다. 4차 산업혁명에서는 자동화를 넘어서 IoT(Internet Of Things)를 이용하여 다양한 사물에 지능을 더하고, 현실과 가상의 통합된 공간에서 사물들이 서로 소통, 협력, 진화하는 과정을 실현하게 된다. 인공지능(Artificial Intelligence, AI) 기술은 2016 다보스 포럼에서 4차 산업혁명의 태동과 함께 주목해야 하는 대표 기술로 선정되었으며 로봇 분야 및 지능형 시스템 등의 응용 분야에서 활발히 적용되어 사용되고 있다.

인공지능 분야는 1950년대 존 매카시, 마빈 민스 키 등 당시 최고의 정보과학자들이 모인 다트머스 회 의에서 처음 등장 하였다. 인공지능은 기계로부터 만 들어진 지능 혹은 인공적인 장치들이 가지는 지능을 말한다. 인공지능의 개념은 크게 강인공지능(Strong AI)과 약인공지능(Weak AI)으로 구분된다. 강인공 지능은 인간의 감각, 사고력을 지닌 채 인간처럼 생각 하는 인공지능을 말한다. 이에 반해 약인공지능은 어 떤 문제를 실제로 사고하거나 해결할 수 있는 실제 지 능이나 지성을 갖추고 있지는 못하지만 부분적인 측 면에서 지능적인 행동을 보이게 된다. 강인공지능의 발전은 매우 미약한 측면이 있지만, 약인공지능 분야 는 주로 미리 정의된 규칙의 집합을 이용하여 지능을 모사하는 알고리즘 개발에 맞추어서 많은 발전을 이 루고 있다.



인공지능은 혁신과 좌절, 재도전의 반복적인 역사

를 지니고 있다. 연결주의적 학습 접근방식인 '인공신경망(Artificial Neural Network)'은 인 공지능의 역사와 궤를 같이 한다. 인공신경망에 영감을 준 것은 인간의 뇌가 지닌 생물학적 특성인 뉴런의 연결 구조였다. 인공신경망은 인간의 신경망 구조를 모방하여 노드(node)와 레이어(layer)로 네트워크를 구성하여 추론 결과를 얻어낸다. 1950년대 말 프랭크 로젠브라 트의 퍼셉트론은 인공지능의 혁신을 대표한다. 그러나 1960년대 말 마빈 민스키에 의해 퍼 셉트론의 한계가 비판받으면서 인공신경망의 연구는 큰 암흑기를 거치게 된다. 그러나 1980 년 초에 새로운 유형의 인공신경망이 제안되면서 인공지능 분야는 다시 주목을 받게 된다. 특히 오류역전파 알고리즘(Back Propagation)을 통한 학습기법이 효과적인 결과를 보이면 서 인공지능의 재도약을 이끌었다. 그러나 학습을 위한 많은 양의 연산과 컴퓨터 성능 한계 로 인해 인공신경망의 관심은 일부 연구자들에게만 명맥을 유지해 오게 되었다. 연구진들은



신경망의 네트워크를 다층 구조로 구성하면서 입력층과 출력층 사이에 하나 이상의 레이어 를 갖는 심층 신경망(Deep Neural Network, DNN)에 주요 관심을 두었으며, 2000년대 초 반 토론토대학의 제프리 힌튼 교수팀은 슈퍼컴퓨터를 기반으로 심층학습(Deep Learning) 개념을 증명하는 알고리즘을 병렬화하는데 성공하였다. 과적합 문제의 해결(Pretraining, Drop-out 등), 병렬 연산에 최적화된 GPU의 등장, 빅데이터의 도래는 심층학습 기반 인공지 능 연구의 디딤돌이 되었다.

2000년대를 넘어서면서 심층학습 방식은 영상인식과 음성인식에서 큰 성과를 나타내기 시작했다. 특히 구성할 수 있는 노드수의 증가와 다양한 데이터를 얻을 수 있는 환경이 만들 어지면서 빅데이터를 통한 학습 방법이 주목을 받기 시작했다. 2012년 구글과 스탠퍼드대학 앤드류 응 교수는 1만6천 개의 컴퓨터 프로세서로 약 10억 개 이상의 신경망으로 이루어진 자율학습 방식의 심층신경망을 구현하였으며, 이를 통해 유튜브에 업로드 되어 있는 1천만 개의 이미지 중에서 컴퓨터가 고양이 사진을 분류하도록 하는데 성공하였다. 또한 2016년에 는 세기의 '인간' 대 '기계'의 바둑대전에서 구글 딥마인드의 인공지능 '알파고(AlphaGo)'는 총 5국으로 치러진 경기에서 4승 1패로 이세돌 9단을 꺽어 전 세계인들에게 큰 충격을 주었 다. IBM의 '딥 블루(Deep Blue)'는 알파고 이전의 대표적인 심층학습 인공지능으로 1997년 체스 세계 챔피언에게 승리하였으며, 2011년에는 왓슨이라는 질의응답 시스템이 제퍼디 퀴즈 쇼에서 최고의 퀴즈 챔피언들을 물리쳤다. 이후 IBM은 왓슨을 업그레이드하여 의사보조시 스템, 회사 주요 의사결정지원시스템 등 다양한 분야에서 인지 컴퓨팅 사업을 추진하고 있다.

[그림 2] 구글 알파고와 IBM 왓슨

(a) 알파고 vs 이세돌 대국



(b) IBM 왓슨 제퍼티 퀴즈쇼 우승



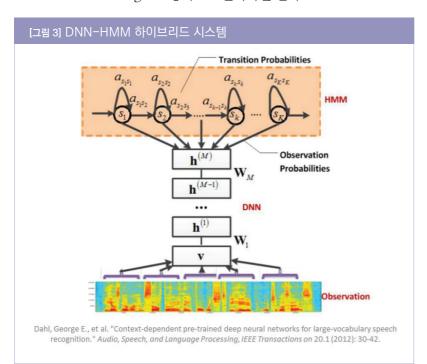
심층학습의 발전은 여러 가지 복잡한 영상 처리 분야에서도 두드러졌다. 영상 내관심 대상의 복잡한 특징을 추출하며 잡음에 따른 환경 변환에도 적응적인 심층학습기술은 영상처리분야에서 효과적으로 사용되고 있다. CNN(Convolutional neural network)는 영상 데이터를 심층학습하기 위한 특화된 구조로 이를 통해 인간의 수준을 넘어서는 기계학습에 활용되었다. 얼굴인식, 보행자 검출, 그림자 검출, 인간의 행동 인식 등 컴퓨터 비전 분야에서 응용된사례들이 다수 보고되고 있으며, 의료 영상으로부터 피부 및 암 병변 진단 같은 의료 영상 분석 분야에서도 적용이 되고 있다. Stacked autoencoder 기반 심층학습은 autoencoder를 다층으로 쌓은 심층구조를 갖고 있으며, 다중 카메라 감시 비디오로부터 추출한 객체 검색응용 분야에서 적용되고 있다. 최근에는 시계열 데이터를 처리할 수 있는 RNN(Recurrent neural network)와 영상 인식에 특화된 CNN의 결합을 통해 동영상 인식, 행동 인지, video to text 기술 등에 도약을 가져왔다. 또한 시계열 데이터를 학습할 수 있는 RNN의 특성상 예측, 회귀 문제에도 활용될 수 있다. 이미지 인식과 같이 일기도를 CNN으로 분석할 수 있으며, 분석된 결과를 RNN을 통해 예측까지 가능 할 것이라고 기대할 수 있다. 최근 MIT 인공지능 연구소는 심층학습 기술을 이용하여 200만 건의 영상을 학습시킨 후, 특정 사진의 다음 장면을 예측하여 영상을 생성하는 인공지능을 개발하였다.

음성인식은 심층학습 기술로 인해 성능개선이 진일보된 대표적인 분야이다. 음성인식 연구는 1952년 벨연구소의 연구를 시초로 한다. 당시의 음성인식은 숫자를 고립단어로 발화하는 형태였으며 단일화자의 음성만을 인식할 수 있었다. 이후의 음성인식 연구는 음성발성의 특징추출이 위주가 되었고 몇 개의 단어가 연결된 형태를 인식할 수 있는 단계를 거쳐, 1980년 대에 들어와 현대적인 음성인식의 원형인 통계적방식의 연속어 음성인식의 이론적 토대가 완성되었다. 통계적 음성인식은 정보이론의 아버지인 존 섀넌의 잡음채널모델 (noisy channel model)을 기반으로 한다. 즉 문장 W가 잡음채널을 통과하여 음성 X를 수신하였을때 이를 통해 원래의 송신된 문장 W를 복원하는 문제로 간주를 한다. 이는 확률적으로 P(W|X)를 최대화 하는 문제가 되며 베이즈정리에 따라 P(W)와 P(X|W)의 곱으로 변환될 수 있다. 여기에서 P(W)는 문장의 사전확률로써 언어모델이 되며, P(X|W)는 음향모델로서 주어진 문장에서 발화되는 음성의 분포를 나타낸다.



$$\hat{W} = \operatorname{argmax} p(W \mid X) = \operatorname{argmax} p(W)p(X \mid W)$$

음향모델은 문장에서 어떠한 소리가 발생하는가에 대한 문제이며 이를 세부적으로 들여 다보면 문장은 단어의 연결로써 구성되고. 단어는 음소의 연결로써 구성되므로 기본적으로 음성을 구성하는 가장 작은 단위인 음소단위를 모델링하는 것으로 볼 수 있다. 음소는 시간 에 따라 변화하는 패턴이라고 볼 수 있으며, 이를 모델링하는 가장 대표적인 방법이 은닉마코 프모델(hidden Markov model, HMM)이다. 음성인식에 적용되는 HMM모델은 3개의 상태 (state)가 왼쪽에서 오른쪽 방향으로 연결되는 형태가 일반적으로 사용된다. 각 언어의 음소 개수는 40~50개 가량 되지만 앞뒤 음소에 따른 문맥을 반영하기 위해 트라이폰(tri-phone) 을 구성하여 사용하며 수만 개의 트라이폰 세트가 생성된다. 언어모델은 음성이 관여하지 않 는 순수한 텍스트 기반으로 문장의 확률을 나타낸다. 하나의 문장을 구성하는 단어는 많은 경우 수십 개가 될 수도 있으므로 제한된 휴련데이터에서 문장단위의 통계치를 구하는 것 은 사실상 불가능에 가깝다. 그러므로 일반적으로 연속하는 3개 단어의 통계치를 사용하는 n-gram 방식으로 근사화를 한다.



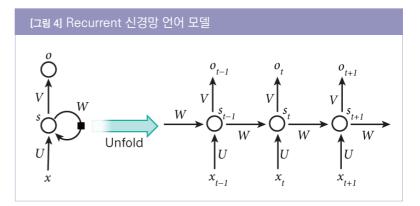
최근의 심층학습 기술은 음향 모델에 적용되어 많은 성능개선을 보였다. 기존의 음향모델은 HMM 의 각 상태를 가우시안혼합모델 (Gaussian mixture model)로 확 률분포를 표현하였으며, 매우 많 은 개수의 트라이폰 확률계산을 필요로 한다. 따라서 연산량의 절 감을 위해 유사한 분포의 트라이 폰을 공유하게 되며 이 과정에서 음소표현의 정밀도 손실이 불가피 하였다. 하지만 심층신경망을 적용 하는 경우 그 구조적인 특성으로

인해 각 상태의 확률계산이 적은 연산량으로 효율적으로 가능해졌다. 음향모델이 개선된다는 것은 하나의 음소가 화자의 차이, 또는 대화체와 같은 발음변이가 큰 상황에서도 동일한음소로 취급될 수 있음을 의미한다.

비록 음향모델에서의 성능개선 효과만큼은 아니지만 심층학습 기술은 언어모델에도 적용이 되어 성능개선이 이루어졌다. 기존 통계적 언어모델인 n-gram의 경우 한정된 개수의 단어 연결 정보로써 문장전체의 확률을 근사화하므로 적법한 문장임에도 훈련데이터에 포함되어 있지 않아서 낮은 확률을 보이는 경우와 문법적, 의미적으로 어긋난 문장임에도 높은 확률을 보이는 문제점을 보였다. 언어모델에 적용되는 심층학습 기법은 과거의 결과값이 현재의 결

과에 영향을 미칠 수 있도록 순환구 조를 포함하고 있다. 이러한 구조적 인 특성으로 인해 문장의 확률값은 분절된 n-gram 의 조합으로 표현되 는 것이 아닌 문장을 구성하는 모든 단어 상호간의 유기적인 연관관계를 반영할 수 있게 된다.

최근에는 음향모델 및 언어모델을 개별적으로 개선하지 않고 이 두 가



지 요소를 포괄하는 단일 신경망으로 표현하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 즉 단일 신경망은 음성입력과 인식결과출력을 직접 연결해주는 일종의 함수역할을 수행하게 된다. 이러한 end-to-end 기법을 사용하는 경우 음향모델과 언어모델의 개별 최적화가 아닌 전체 최적화가 가능하게 된다. 또한 음향 도메인의 지식과 언어 도메인의 전문가적 지식이 없더라도데이터만 충분히 있다면 강력한 성능의 인식기를 만들 수 있게 된다.



II. 기상 자료 분석과 영향예보에의 인공지능 활용 방법

1. 예측 모델 융합 및 개선

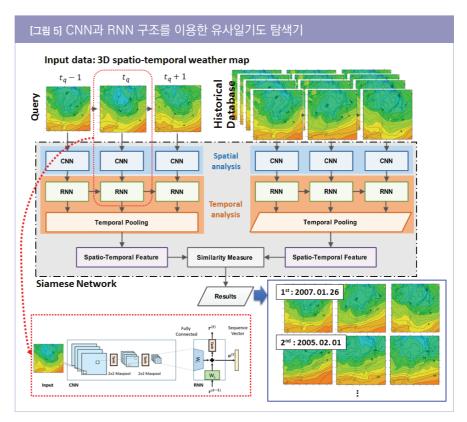
기상자료 분석과 영향예보에 인공지능을 활용하는 데에는 기계학습을 이용하여 현재 사용되는 모델을 보정하는 것과 새로운 모델을 제시하는 것으로 나눌 수 있다. 예측의 정확도를 높이기 위해서는 확률이론과 데이터 기반의 기술 연구가 필요하다. 현재 모델은 기상 현상에 대한 편미분방정식의 해를 구하는 것과 여러 모델을 앙상블 예측 기법을 통해 적절히 융합하여 사용하고 있다. 이 방법에는 오차가 존재하는데 이를 실제 데이터를 이용한 학습을 통해 편미분방정식이나 앙상블 예측에서 사용되는 모수를 결정함으로써 기상예측 정확도를 높일수 있을 것이라 기대할 수 있다. 하지만, 실제 기상상황을 수치모델로 완벽하게 표현하는 것은 불가능하다. 기존 수치예보모델은 초기오차나 관측오차에 민감하게 반응하기 때문이다. 그래서 최근 여러 분야에서 최고의 성능을 보이고 있는 심층학습 기반의 기계학습을 통한 예측모델이 이것에 조금 더 강인할 수 있을 것이라 기대하고 있다. 관측소에서 제공되는 기상관측데이터를 깊은 신경망의 입력으로 다루어 학습을 하여 기상 예측망을 개발하는 것이다. 기상예측망의 결과는 loss function의 선택 등의 학습 방법에 따라 날씨 현상에 대한 이진 판별이될 수도 있으며, 기온이나 강수량과 같은 실수 값을 표현할 수도 있다.

기상 데이터는 어떤 한 순간의 데이터만을 가지고 처리하기보다는 시계열 데이터를 처리한 다고 할 수 있다. 이러한 입력 데이터에 특화되어 있는 RNN의 한 종류인 Long Short-Term Memory(LSTM)의 활용도 필수적이다. LSTM은 현재 컴퓨터 비전 분야나 음성인식기, 문장 생성기 등에서 우수한 성능을 보이고 있는 기계학습의 한 방법이다. LSTM의 활용을 통해 과 거의 데이터와 현재의 데이터에 대한 인과관계를 기상 예측망에 반영할 수 있다. 한편, 컴퓨터 비전 분야에서 최근 가장 성능을 잘 보이고 있는 기계학습 방법인 CNN의 활용 역시 기대가 된다. 기상관측데이터는 1차원 시계열데이터들도 있지만, 위성사진이나 일기도 등의 2차원 데이터도 존재한다. 일기도는 기온, 기압, 습도, 풍향 및 풍속 등을 숫자, 기호, 등치선 등으로 표현한 지도로서, 특정 지역의 기후 상태를 파악하기에 용이하여 예보관이 기상을 예측

하는데 활용하고 있다. 정확한 예측을 위해 과거 50년 동안의 유사 일기도를 검색하고 비교 하는데, 일기도의 복잡하고 다양한 패턴의 유사성을 더 잘 찾아내기 위해서는 현재 사용 중인 유시일기도 검색 엔진의 고도화도 필요하다. 현재 CNN의 수준은 영상 판별 분야에서 인간의 수준과 거의 비슷할 정도의 성능을 보이고 있으며, 그만큼 CNN 기반의 영상 특징이 매우 구분성이 있다고 할 수 있다. 이러한 특성을 이용하면, 특정 시점의 일기도 특징을 CNN 기반으로 추출가능하며, 그 특징이 과거의 값과 얼마나 유사한지를 관측하는 방식으로 일기도 탐색기의 고도화가 가능하다.

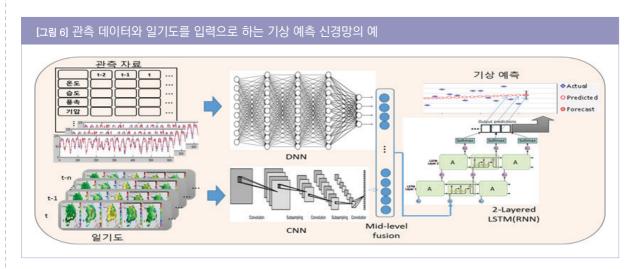
그림5는 CNN과 LSTM을 융합한 Siamese Network를 이용한 유사 일기도 탐색기의 예 제이다. 일기도 역시 시간흐름에 따라 변화하는 시계열 데이터이다. 그러므로 단순히 CNN만 활용하기 보다는 LSTM 모듈과 융합하여 일기도의 변화를 감지할 수 있는 기계학습을 해야 한다. 그리고 일기도를 2차원 이미지로 입력할 수도 있지만 위도, 경도, 고도, 시간의 4차워 정보로 고려하여 입

력할 수도 있다. 이러한 경우에는 4차원의 입력에 적합한 CNN 구조를 개발해야한다. 그리고 더 나아가유사 정도를 찾는 척도로만 사용하는 것이 아니고,기상현상 자체를 판별하는신경망구조 역시 개발가능하다. 이런 시도에는 단순히일기도의 영상적인특징만을 입력하는 것이 아니라, 관측소의 관측데이터를 함께 융합하여입력하는 것도 효과적일 것이





라 생각된다. 각각의 입력데이터로 학습한 깊은 신경망 구조의 중간 레이어를 서로 이어줌으로써 이종 데이터에 대한 융합을 할 수 있다. 그림 6은 관측데이터와 일기도를 입력으로 하는 기상예측 신경망구조의 개념도이다.



2. 기상 영향예보 및 관측 분야

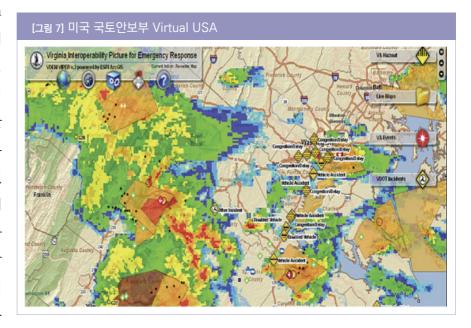
올해 악천후로 인한 제주 국제공항 항공기 결항은 수많은 국/내외 여행객 등의 발을 묶었으며, 울릉도의 경우 140cm가 넘는 폭설로 여객선과 화물선이 8일 동안이나 운항을 하지 못하여 거주 주민은 물론, 여행객들이 큰 불편을 겪었다. 영향예보는 기상재해로 인한 안전관리를 강화하기 위한 목적으로 기존 단순히 기상상황을 예보하던 방식을 탈피해 날씨정보는 물론 재해발생 위험수준과 그로 인한 사회적, 경제적으로 발생할 수 있는 영향까지 알려주는 서비스이다. 영향예보가 제대로 이루어진다면 2011년 7월 강남역 침수 사태와 같은 국지성 호우와 지난해 영종대교에서의 100대가 넘는 차량의 연쇄 추돌 원인인 국지적 안개로 인한 피해의 예보가 가능할 것이다.

이미 영국은 위험 가능성 도표를 바탕으로 영향예보를 시행하고 있다. 비, 바람, 눈 그리고 안개, 결빙 등 5가지 기상 현상에 대한 특보에 영향예보를 적용해 기상재해의 강도와 발생 가능성을 고려해 4단계로 이뤄진 특보를 발령하고 있다. 미국의 경우 국토안보부에서 구축한 Virtual USA를 통해 공간정보시스템에 기반한 기상자료와 재해정보의 연계기능을 통해 영

향예보에 활용하고 있다.

대만 NCDR (National Science & Technology Center for Disaster Reduction)에서 운영

하고 있는 DSS (Decision Support System) 역시 대 만 전역에 대한 지형, 시설, 사회경제적 지표에 대한 지 리정보 데이터베이스를 관 리하며 재난상황에 따른 영향예보를 제공하고 있 다. 뿐만 아니라 시스템에 내재된 수문모델을 이용하 여 침수지점 및 토석류 발 생지점을 예측하고 이를 지 도상에 표시해주는 기능을



가지고 있다. 이렇듯 영향예보가 기상변화로 인한 재난 및 사회·경제적 피해를 줄이는데 큰 역 할을 할 수 있을 것으로 보이기는 하지만 아직 현장에 바로 적용하기에는 걸림돌이 많은 상황 이다. 무엇보다 섣부른 영향예보에 따른 책임 문제가 발목을 잡을 수 있다. 이는 항공 운송 업 계. 관광 업계. 기상에 예민한 농수산 분야. 야외 작업장이나 공연장에서 잘못된 영향예보로 인해 막대한 보상을 요구할 수 있기 때문이다. 따라서 영향예보가 올바르게 이루어지기 위해 서는 우선적으로 높은 정확도가 선행 되어야 한다.

전국에서 장기간에 걸친 방대한 기상자료와 이를 통한 인공지능 기술이 개발된다면 영향 예보의 현실화 시기도 앞당겨 질 것이다. 이를 위해 우선적으로 이러한 방대한 기상정보를 인 공지능에 활용하기 위해서는 정확한 관측자료가 선행되어야 할 것이다. 하지만 관측이 어려 우 지역의 경우 기상정보 습득에 한계가 있고. 이는 정확한 영향예보에 걸림돌이 되고 있다. 영상센서의 경우 직관적이며 다른 기상정보 습득 센서에 비해 상대적으로 장거리 영역까지 관측이 가능하며 드론을 활용할 경우 제한된 이동성을 향상 시켜주기 때문에 모든 지역에





걸쳐 더욱 정확한 기상정보 습득이 가능할 것으로 예 상된다. 하지만 이렇게 습 득된 영상정보의 경우 기 상정보에 활용하기 위해서 는 영상 분석을 통해 메타 데이터(metadata)로 가공 해줄 필요가 있다. 최근 영 상 분석에서의 심층학습 기술은 높은 정확성을 기 반으로 많은 분야에 활용 되고 있다.

3. 자동 음성인식 기반의 기상 안내 시스템

지진, 홍수, 산사태 등과 같은 재난시 마다 순간적으로 폭증하는 전화문의로 인해 기상안 내시스템이 먹통이 되는 현상은 큰 사회적 불안을 야기하지만, 제한된 인력과 장비로 이 같은 문의 폭증에 대비하는 것은 어렵다. 태풍내습 등 악기상시 기상문의 전화 폭주로 예보관들의 예보업무 수행에 막대한 차질이 초래되는 현상을 해소하기 위해, 기상콜센터를 통한 문의전화 대행이 시행되고 있지만, 기상관련 문의의 특성상 날씨 및 시간에 따라 상담 편중 현상이 뚜렷하기 때문에, 상담원 인력 운영에 많은 어려움을 겪고 있다. ARS(자동응답서비스)의 활용 역시 상세한 정보를 직접 묻고 답하기를 바라는 국민들의 요구를 충족시키지 못하기때문에, 뚜렷한 해결책이 되지 못하고 있다. 이 같은 문제 해결의 실마리는 인공지능과 사람간의 대화 기술에서 찾을 수 있다. 실시간으로 사용자의 요구에 대응하여 적절한 대화를 주고받으며, 정보를 제공할 수 있는 시스템을 통해 기존 자동응답시스템이 대응하지 못했던 요구를 충족시키며, 인력 부족을 해결할 수 있기 때문이다.

인공지능을 이용한 안내서비스 개선의 가장 기본적인 형태는, 실제 상담원이 응대하는 과

정에서 정보를 수집하는 역할을 하는 것으로 볼 수 있다. 이미 국내 카드사에서는 모든 상담 전화를 문자로 자동 전환함과 동시에 단어 분석을 통해 서비스를 개선하는 시스템을 운영하 고 있다. 또한 이처럼 단어의 내용뿐만 아니라. 상담 당시의 음성 높낮이 등을 분석하여 불만 여부를 판단하고 이 정보를 수집하는 시스템 역시 이미 사용되고 있다. 이 같은 기술은 자연 스러운 대화시스템과 비교해서 비교적 단순한 역할을 하며, 음성인식 및 음성분석기술을 개 별적으로 사용한 예이다. 따라서 상담워의 역할을 하기 보다는 서비스의 품질을 높이는 정도 의 역할로 제한된다. 최근 인공지능 기술이 발전하면서, 상당한 수준의 인공지능과 사람간의 대화가 가능하다. 그 예로, 개인 비서로서의 역할을 수행하는 형태의 대화 시스템은 이미 우 리 삶에 깊숙이 자리 잡았다. 대표적으로, 음성인식 개인비서 'SIRI', 구글의 'Google Now' 가 있다. 이 같은 서비스가 가능하기 위해서는 음성인식, 자연어처리, 텍스트마이닝 등 고도 의 기술이 복합적인 형태로 동작이 가능해야 한다. 이와 더불어, 특정 분야의 정보를 대화를 통해 제공하는 서비스 역시 속속 등장하고 있다. NH농협은행은 1:1 모바일 메신저 채팅을 통 해 금융업무 상담을 해주는 시스템을 출시하였으며, 향후 서비스 개발을 통해 대화형 금융 업무와 자연어 질의응답 서비스까지 확대할 예정임을 밝혔다. 비록 음성을 통해 대화를 하는 시스템은 아니지만 대화 형태로 특정 분야의 정보를 제공하는 시스템과 최근 음성인식 기술 의 발전은 이미 상당한 수준이다.

단순히 전화문의 폭증을 대비하기 위한 목적으로 인 공지능을활용하는 것은 위 에 언급한 기술들의 발전을 통해 근시일 내에 이루어질 것으로 예상된다. 하지만 인공지능 기술은 그 단계를 넘어서서 서비스의 개선까 지 가능하게 한다. 이미 미 래 로봇의 관점에서 인공지





능과 사람간의 대화가 목표로 삼고 있는 바는 정보제공 서비스 수준을 넘어선다. 시각/청각 장애. 자폐증, 인지장애 보조, 노인복지 증진 및 다양한 사회문제 해결에도 그 활용이 계획되 고 있으며, 이를 위해 마치 실제 사람과 대화하는 듯한 수준을 목표하고 있다. 기술의 발전을 통해 실시간으로 사용자의 심리와 감정상태에 맞게 적절한 대화를 주고받으며 감성적으로 소통할 수 있는 수준에 이르게 되면, 기상청 상담 서비스의 경우 자연재해로 인해 감정적으 로 흥분한 사람들에게 효과적으로 정보를 제공할 수 있으며, 더 나이가 흥분을 가라앉히기 위해 사용될 수 있다. 이처럼 인공지능으로 이루어진 대화시스템이 대화 상대인 사람의 감정 을 파악하는 것은 먼 미래의 일이 아니며, 이에 대한 연구는 꾸준히 이루어져 왔다.

III. 결론

기상예보에 대한 관심과 수요는 더욱 높아지는 반면에 기상예측의 발전은 느린 행보를 보 이고 있다. 최근 잦아지고 있는 기상이변 등 변동성의 증가는 수치예보모델의 한계성을 지적 하고 있으며 기존 패러다임에서 벗어나 인공지능과 같은 첨단기술과의 접목이 필요한 시점이 다. 지금까지 살펴본 바와 같이 심층학습의 등장은 인공지능의 실용성과 활용 영역을 확장시 켰다. 그리고 이러한 심층학습 기반의 인공지능 기술은 기상자료 분석, 예보, 기상안내 서비 스 등 기상분야의 전반적인 부분에서 융합・활용 가능하다. 우리나라의 인공지능 분야는 전 반적인 연구개발 인력 및 인프라 확보가 미흡한 실정으로 관련 연구개발 진행에서 어려움이 예상된다. 실제 현장에서 인공지능이 결합된 기상시스템 구축을 위해서는 기상 및 인공지능 에 관련하여 포괄적 이해를 갖춘 전문인력 양성과 소규모·장기 연구개발 지원을 확대하여 연 구 저변의 인프라를 구축하는 것이 급선무이다.

참고 문헌

- 손철, 2011: 재해영향예보를 위한 전제조건, 한국기상학회 학술대회 논문집, 114~115.
- 인공지능과 4차 산업혁명, https://www.snek.ai/alpha/article/107307.
- Amodei, Dario, 2015: Deep speech 2: End-to-end speech recognition in english and mandarin, arXiv preprint arXiv:1512.02595.
- Bahl, Lalit R., Frederick J., Robert L. Mercer, 1983: A maximum likelihood approach to continuous speech recognition, IEEE Trans. on PAMI, 179-190.
- Bengio Y., Courville A., Vincent P., 2013: Representation Learning: A Review and New Perspectives, IEEE Trans. on PAMI, special issue Learning Deep Architectures, 35(8), 1798-1828.
- Gosling, S. N., 2011: Climate: Observations, projections and impacts, United Kingdom, 147pp.
- Graves A., Liwicki M., Fernandez S., Bertolami R., Bunke H., Schmidhuber J.. 2009: A Novel Connectionist System for Improved Unconstrained Handwriting Recognition, IEEE Trans. on PAMI, 31(5), 1-14.
- Hinton, Geoffrey, 2012: Deep neural networks for acoustic modeling in speech recognition: The shared views of four research groups, IEEE Signal Processing Magazine 29(6), 82-97.
- Mikolov, Tomas, 2010: Recurrent neural network based language model, Interspeech, 2.
- Shannon C., 1948: A mathematical theory of communication, The Bell System Technical Journal, 27(3), 379-423.

	창간호, 제1권 제1호(통권 창간호), 2008년 3월		
칼 럼	• 기후변화 대응을 위한 기상청의 역할	권원태	3-11
정책초점	 기후변화감시 발전 방향 미국의 기상위성 개발현황과 향후전망 기상산업의 위상과 성장가능성 최적 일사 관측망 구축방안 국가기상기술로드맵 수립의 배경과 의의 	김진석 안명환 김준모 이규태 김백조, 김경립	12-18 19-38 39-45 46-57 58-61
논 단	A New Generation of Heat Health Warning Systems for Seoul and Other Major Korean Cities	L.S. Kalkstein, S.C. Sheridan, Y.C.Au	62-68
해외기술동향	• 프랑스의 에어로솔 기후효과 관측 기술 • 일본의 우주기상 기술	김상우 김지영, 신승숙	69-79 80-84

	기상산업의 현황과 전략, 제1권 제2호(통권 제2호), 2008년 6	월	
칼 럼	• 기후변화시대, 기상산업 발전상	봉종헌	1-3
	• 기상산업의 중요성과 전략적 위치	이중우	5-13
	• 기후변화가 산업에 미치는 경제적 영향과 적응대책	한기주	14-22
	• 기후경제학의 대두와 대응 전략	임상수	23-33
정책초점	• 기후변화와 신재생에너지 산업	구영덕	34-45
	• 기상산업 육성을 위한 정책대안 모색	김준모, 이기식	46-54
	• 미국 남동부의 응용기상산업 현황	임영권	55-64
	• 최근 황사의 특성 및 산업에 미치는 영향	김지영	65-70
논 단	A brief introduction to the European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research (COST)	Radan Huth	71-81
	• 우주환경의 현황과 전망	안병호	82-92
	• 유럽의 기후변화 시나리오 불확실성 평가 : EU(유럽연합) 기후변화	010.1	
해외기술동향	프로젝트를 중심으로	임은순	93-103
	• 미국 NOAA의 지구 감시 현황	전영신	104-107

	항공기 관측과 활용, 제1권 제3호(통권 제3호), 2008년 9월		
칼 럼	• 기상 관측·연구용 항공기 도입과 활용	정순갑	1-4
정책초점	 무인항공기 개발 현황 및 응용 방안 해외 기상관측용 항공기 운영 및 활용 실태 항공기를 이용한 대기물리 관측 체계 수립 방안 효과적인 항공기 유지 관리 방안 공군에서의 항공관측 현황과 전망 항공기를 이용한 대기환경 감시 항공/위성 정보를 활용한 재해 피해 조사 	오수훈, 구삼옥 김금란, 장기호 오성남 김영철 김종석 김정수 최우정, 심재현	6-18 19-34 35-45 46-56 57-66 67-74 75-84
논 단	• 유/무인항공기를 이용한 기후변화 감시	윤순창, 김지영	85-93
해외기술동향	 미국의 첨단 기상관측 항공기(HIAPER) 운영 현황 미국의 탄소 추적자 시스템 개발 현황 및 전략 미국의 우주기상 예보와 발전 방향 	김지영, 박소연 조천호 곽영실	94-99 100-108 109-117
뉴스 포커스	• 한국, IPCC 부의장국에 진출	허은	118-119

	전지구관측시스템 구축과 활용, 제1권 제4호(통권 제4호), 2008년	12월	
칼 럼	• 전지구관측시스템(GEOSS) 구축과 이행의 중요성	정순갑	1-4
	• GEO/GEOSS 현황과 추진 계획	엄원근	6-21
	• GEOSS 구축을 위한 전략적 접근 방안	김병수	22-31
	• GEO 집행위원회에서의 리더십 강화 방안	허 은	32-39
	• 국내의 분야별 GEOSS 구축과 발전 방안	신동철	40-41
정책초점	 재해 분야 보건 분야 에너지자원 분야 기상 및 기후 분야 수문 및 수자원 분야 생태계와 생물다양성 분야 농업 분야 해양 분야 주주 분야 	박덕근 이희일 황재홍, 이사로 이병렬 조효섭 장임석 이정택 김태동 김용승, 박종욱	42-44 45-47 48-50 51-53 54-56 57-58 59-62 63-67 68-71
논 단	Taking GEOSS to the nest level	José Achache	72-75
해외기술동향	• GEOSS 공동 인프라(GCI) 구축 동향 • 최근 주요 선진국의 GEO 구축 현황	강용성 이경미	76-83 84-95
뉴스 포커스	• 한국, GEO 집행 이사국 진출	이용섭	96-97

	기상장비의 녹색산업화 전략, 제2권 제1호(통권 제5호), 200	9년 3월	
칼 럼	• 녹색산업으로서의 기상장비 산업 육성 정책 방향	전병성	1-2
	• 기상장비의 산업여건과 국산화 전략	김상조	4-13
	• 기상장비 수출 산업화를 위한 성공전략	이종국	14-21
정책초점	• 기상레이더 국산화 추진 방안	장기호, 4미경, 김정희	22-29
	• 기상라이더의 상용화 현황과 육성 방안	조성주	30-41
	• 기상장비의 시장성 확보 전략 및 방향	이부용	42-51
논 단	• 외국의 기상레이더 개발 동향과 제언	이규원	52-72
레이기스도하	• 유럽의 기상장비 산업 현황: 핀란드 바이살라를 중심으로	방기석	73-80
해외기술동향	• 세계의 기상장비 및 신기술 동향	김지영, 박소연	81-89

	기후변화와 수문기상, 제2권 제2호(통권 제6호), 2009년 6월		
칼 렴	• 기후변화에 따른 수문기상 정책 방향	전병성	1-2
정책초점	 기후변화와 물환경정책 기후변화에 따른 물 관리 정책 방향 기후변화에 따른 하천 설계빈도의 적정성 고찰 수문기상정보를 활용한 확률강우량 산정 방안 수문기상학적 기후변화 추세 기상정보 활용을 통한 미래의 물관리 정책 이상가뭄에 대응한 댐 운영 방안 	김영훈 노재화 김문모, 정창삼, 여운광, 심재현 문영일, 오태석 강부식 배덕효 차기욱	4-15 16-27 28-37 38-50 51-64 65-77 78-89
논 단	• 기후변화의 불확실성 해소를 위한 대응방안	양용석	90-110
해외기술동향	 미국의 기상-수자원 연계기술 동향 NOAA의 수문기상 서비스 및 연구개발 현황 제5차 세계 물포럼(World Water Forum) 참관기 	정창삼 김지영·박소연 김용상	111-121 122-131 132-140

	기상·기후변화와 경제, 제2권 제3호(통권 제7호), 2009년 9월		
칼 럼	• 기상정보의 경제적 가치 제고를 위한 정책 방향	전병성	1-2
	• 기후변화에 따른 에너지정책	박현종	4-18
	• 기후변화 대응이 경제에 미치는 영향	박종현	19-29
저채국저	• 기후변화가 농업경제에 미치는 영향	김창길	30-42
정책초점	• 기상 재난에 따른 경제적 비용 손실 추정	김정인	43-52
	• 기상산업 활성화와 과제	이만기	53-59
	• 날씨 경영과 기상산업 활성화를 위한 정책 제언	김동식	60-69
논 단	• 기후변화와 새로운 시장	이명균	70-78
레이지스트라	• 기상정보의 사회·경제적 가치와 편익 추정	김지영	79-85
해외기술동향	• 강수의 경제적 가치 평가 방법론	유승훈	86-96
뉴스 포커스	• 기상정보의 경제적 가치 평가 워크숍 개최 후기	이영곤	97-103

날씨·기후 공감, 제2권 제4호(통권 제8호), 2009년 12월		
• 날씨공감포럼의 의의와 발전방향	전병성	1-2
• [건강] 지구온난화가 건강에 미치는 영향	고상백	4-19
• [해양] 기후변화에 있어서 해양의 중요성과 정책방향	이재학	20-29
• [산림] 기후변화에 따른 산림의 영향과 정책방안	차두송	30-41
• [관광] 기후변화 시대의 관광 활성화 정책방향	김의근	42-50
• [도시기후] 대구의 도시 기후 및 열 환경 특성	조명희, 조윤원, 김성지	∦ 51–60
• [에너지] 태양에너지 소개와 보급의 필요성	김정배	61-72
• [디자인] 생활디자인과 기후·기상과의 연계방안	김명주	73-88
• 국민과의 '소통' – 어떻게 할 것인가?	김연종	89-97
• 날씨공감포럼 발전을 위한 정책 워크숍 개최 후기	김정윤	98-101
	• 날씨공감포럼의 의의와 발전방향 • [건강] 지구온난화가 건강에 미치는 영향 • [해양] 기후변화에 있어서 해양의 중요성과 정책방향 • [산림] 기후변화에 따른 산림의 영향과 정책방안 • [관광] 기후변화 시대의 관광 활성화 정책방향 • [도시기후] 대구의 도시 기후 및 열 환경 특성 • [에너지] 태양에너지 소개와 보급의 필요성 • [디자인] 생활디자인과 기후·기상과의 연계방안 • 국민과의 '소통' - 어떻게 할 것인가?	• 날씨공감포럼의 의의와 발전방향 전병성 • [건강] 지구온난화가 건강에 미치는 영향 고상백 • [해양] 기후변화에 있어서 해양의 중요성과 정책방향 이재학 • [산림] 기후변화에 따른 산림의 영향과 정책방안 차두송 • [관광] 기후변화 시대의 관광 활성화 정책방향 김의근 • [도시기후] 대구의 도시 기후 및 열 환경 특성 조명희, 조윤원, 김성자 • [에너지] 태양에너지 소개와 보급의 필요성 김정배 • [디자인] 생활디자인과 기후・기상과의 연계방안 김명주 • 국민과의 '소통' - 어떻게 할 것인가? 김연종

	기후변화와 산업, 제3권 제1호(통권 제9호), 2010년 3월		
칼 럼	• 기후변화에 따른 기상산업의 성장가능성과 육성정책	박광준	1-2
	• 기상이변의 경제학	이지훈	4-11
	• 기후변화 영향의 경제적 평가에 관한 소고	한기주	12-21
	• 기후변화 정책에 따른 산업계 영향 및 제언	이종인	22-32
정책초점	• 기후변화예측 관련 기술 동향 및 정책 방향	이상현, 정상기, 이상훈	33-45
0,475	• 기후변화와 건설 산업	강운산	46-56
	• 코펜하겐 어코드와 탄소시장	노종환	57-66
	• 기후변화, 환경산업 그리고 환경경영	이서원	67-77
	• 이산화탄소(CO ₂) 저감기술 개발동향: DME 제조기술	조원준	78-84
논 단	• 기후변화와 정보통신 산업의 상관관계: 그린 IT를 중심으로	양용석	85-99
는 건	• 기후변화 대응을 위한 산업계 및 소비자의 책임	김창섭	100-109
뉴스 포커스	• 기후변화미래포럼 개최 후기	김정윤	110-115

	국가 기후정보 제공 및 활용 방안, 제3권 제2호(통권 제10호), 2010)년 6월	
칼 럼	• 국가기후자료 관리의 중요성	켄 크로포드	1-2
정책초점	기후변화통합영향평가에대한 국가기후정보의 역할 친환경 도시 관리를 위한 기후 정보 구축 방안 기상정보의 농업적 활용과 전망 기상자료 활용에 의한 산불위험예보 실시간 웹서비스 경기도의 기상·기후정보 활용 국가기본풍속지도의 필요성 국가기후자료센터 구축과 기상산업 활성화 국가기후자료센터 설립과 민간의 역할 분담 가치있는 기후정보	전성우 권영아 심교문 원명수 김동영 권순덕 김병선 나성준 김윤태, 정도준	4-11 12-22 23-32 33-45 46-57 58-62 63-74 75-83 84-99
논 단	• 기상청 기후자료 활용 증대 방안에 관한 제언	최영은	100-110
뉴스 포커스	• 국가기후자료센터의 역할	임용한	111-119

징	기예보 정보의 사회경제적 가치와 활용, 제3권 제3호(통권 제11호), 2	010년 9월	
칼 럼	• 장기예보 투자 확대해야	박정규	1-2
	• 전력계통 운영 분야의 기상정보 활용	정응수	4-15
	• 기상 장기예보에 대한 소고	박창선	16-23
	• 패션머천다이징과 패션마케팅에서 기상 예보 정보의 활용	손미영	24-33
정책초점	• 장기예보의 사회·경제적 가치와 서비스 활성화 방안	김동식	34-43
	• 기상 장기예보의 농업적 가치와 활용	한점화	44-53
	• 장기예보 정보의 물관리 이수(利水) 측면에서의 가치와 활용	우수민, 김태국	54-64
	• 기상예보와 재해관리	박종윤, 신영섭	65-81
	• 장기예보 업무의 과거, 현재, 그리고 미래	김지영, 이현수	82-89
해외기술동향	• 영국기상청(Met Office) 해들리센터(Hadley Centre)의 기후 및 기후 영향에 관한 서비스 현황	조경숙	90–101
	• WMO 장기예보 다중모델 앙상블 선도센터(WMO LC-LRFMME)	윤원태	102-106
뉴스 포커스	• 영국기상청과의 계절예측시스템 공동 운영 협정 체결	이예숙	107-109

사	회가 요구하는 미래기상서비스의 모습, 제3권 제4호(통권 제12호), 20)10년 12월	
칼 럼	• 시대의 요구에 부응하는 기상·기후서비스	권원태	1-3
	• 기상학의 역사	윤일희	6-16
	• 지질학에서 본 기후변동의 과거, 현재, 그리고 미래	이용일	17-29
	• 예보기술의 성장 촉진을 위한 광각렌즈	변희룡	30-44
	• 전쟁과 기상	반기성	45-55
정책초점	• 날씨와 선거	유현종	56-64
	• 기후변화와 문학	신문수	65-74
	• 기후변화와 문화 I (문명의 시작과 유럽문명을 중심으로)	오성남	75-87
	• 비타민 D의 새로운 조명	김상완	88-96
	• G20서울정상회담과 경호기상정보 생산을 위한 기상청의 역할	이선제	97-105
논 단	• 기상정보의 축적과 유통 활성화를 통한 국부 창출	김영신	106-115
는 단	• 날씨의 심리학	최창호	116-122
해외기술동향	• 기상정보의 사회·경제적 평가에 관한 해외동향	김정윤, 김인겸	123-130

신-	규 시장 창출을 통한 기상산업 육성 방안, 제4권 제1호(통권 제13호),	2011년 6월	
발 간 사	• G20 국가에 걸맞는 기상산업 발전 방향	조석준	1-3
칼 럼	 대학과 공공연구소의 기상기술 이전 활성화 및 사업화 촉진을 위한 기술이전센터(TLO) 발전 방안 새로운 기상산업 시장창출과 연계된 금융시장 활성화에 대한 소고 - 보험산업의 입장에서 	박종복 조재린, 황진태	4-13 14-23
정책초점	• 신규 기상시장 창출을 통한 기상산업 육성 방안 연구	국립기상연구소 정책연구과	26-63

	도시기상관측 선진화방안, 제4권 제2호(통권 제14호), 2011년 1	2월	
발 간 사	• 도시기상 선진화, 미래의 약속입니다.	조석준	1-3
칼 럼	 도시기후 연구의 과거, 현재, 미래 기후변화로 인한 도시 재해기상의 특성 변화 및 기상관측 선진화 방안 도시열섬의 환경평가와 도시기상관측시스템 구축방안 수치모델을 이용한 도시기상 연구의 현재와 한계 도시 기상 관측 연구 현황 	최광용 박민규, 이석민 김해동 이순환 박영산	6-18 19-30 31-42 43-50 51-62
정책초점	• 도시기상 관측 선진화 방안 연구	이영곤	64-73

원격탐측	기술(레이더, 위성, 고층) 융합정책 실용화 방안, 제5권 제1호(통권	제15호), 2012년 6월	
칼 럼	• 원격탐측의 융합정책과 기상자원 가치 확산	Kenneth Crawford	3-8
정책초점	 레이더-위성 융합 강수정보 생산 기술 위성과 첨단기술 융합을 통한 미래 기상서비스 발전 방향 라이다 관측기술 활용 방안 위성기술을 이용한 수문분야의 융합 정책 위성자료의 해양 환경감시 활용 	은종원 김덕현 배덕효, 이병주	10-18 19-27 28-41 42-53 54-65
논 단	• 우리나라의 융합기술발전 정책 방향	이상현	66-72
해외기술동향	• 일본의 원격탐사 활용 및 융합정책	윤보열, 장희욱, 임효숙	73-85
포 커 스	• 레이더 융합행정 포럼 : 레이더운영과	송원화	86-93

	해양기상서비스의 현황 및 전망, 제5권 제2호(통권 제16호), 2012년	12월	
칼 럼	• 해양기상서비스의 의미 및 가치 확산	박관영	3-7
	• 해양기상 융합서비스의 필요성	김민수	10-20
저태구저	• 수자원 변동에 따른 해양기상서비스의 강화	김희용	21-29
정책초점	• 해양기상정보 관리의 선진화 방안	정일영	30-39
	• 해양기상·기후변화 대응을 위한 정책제언	양홍근	40-47
논 단	• 해양기상서비스 현황과 정책 방향	김유근	48-57
해외기술동향	• 선진 해양기상기술 동향	우승범	58-67
포 커 스	• 제4차 WMO/IOC 해양학 및 해양기상 합동기술위원회(JCOMM) 총회	해양기상과	68-73

국민	의 행복 증진을 위한 "기상기후서비스 3.0", 제6권 제1호(통권 제17호)	, 2013년 6월	
칼 럼	• 국민이 원하는 기상기후서비스	이일수	3-4
정책초점	 기상기후분야 과학과 서비스 발전 방향 지진조기경보 역량 강화를 위한 정책적 제언 기상기후 서비스 혁신을 위한 기술경영 전략 자연재해 대응 서비스 기술 및 정책변화 	전종갑 최호선 박선영 허종완, 손홍민	6-14 15-30 31-47 48-59
논 단	• 수요자 맞춤형 서비스를 위한 기상기술 고도화 방안	김영준	60-72
포 커 스	• 국민행복서비스 포럼 개최 후기	국립기상연구소 정책연구과	73-78

	빅데이터 활용 기상융합서비스, 제6권 제2호(통권 제18호), 2013년	12월	
칼 럼	• 정부3.0에 따른 기상기후 빅데이터 활용	고윤화	3-4
	• [정책] 정부3.0 지원을 위한 빅데이터 융합전략	안문석	6-13
	• [정보] 스마트국가 구현을 위한 빅데이터 활용방안	김현곤	14-31
정책초점	• [서비스] 빅데이터 분석 기반 기상예보의 신뢰도 향상 방안 • [경영] 빅데이터 기반 날씨경영 성과 제고 방안 – 공항기상정보 활용사례 –	이기광 방기석	32-46 47-58
0 120	• [농업] 기후변화시나리오 활용 농업 기상 과학 융합 전략	371년 김창길, 정지훈	59-76
	• [재난] 재난관리의 새로운 해결방안, 빅데이터	최선화, 김진영, 이종국	77-87
논 단	• 기상기후데이터를 품은 빅데이터	이재원	88-97
	• 한국형 복지국가의 전략적 방향성안	안상훈	98-111

	기상기후 빅데이터와 경제, 제7권 제1호(통권 제19호), 2014년	6월	
칼 럼	• 기상기후 빅데이터를 활용한 날씨경영	고윤화	3-4
	• 기상기후정보의 사회경제적 역할	안중배	6-11
	• 미래 재난재해 해결을 위한 기상기후 서비스	김도우, 정재학	12-19
정책초점	• 빅데이터의 사회경제적 파급효과	김진화	20-30
	• 기상기후 빅데이터의 산업경영 활용과 전략	김정인	31-41
	• 기상기후 빅데이터 기반 기상산업육성	송근용	42-56
노 단	• 빅데이터 기반의 미래 산업	황종성	57-71
논 단	• 기상기후정보 효율성 제고를 위한 융복합 연구	이성종	72-77
포 커 스	• 위험기상에 따른 기상기후 빅데이터 활용	국립기상연구소 정책연구과	78-93

	위성 기술과 활용, 제7권 제2호(통권 제20호), 20	14년 12월	
칼 럼	• 위성을 활용한 전 지구적 관측 방안	고윤화	3-4
정책초점	 기상위성 운영기술의 선진화 방안 관측위성기술의 현황 및 전망 연구개발용 위성의 현업 활용성 제고 방안 위성을 이용한 국가재난감시 체계 구축 위성영상서비스 시장 빅뱅과 새로운 관점 	김방엽 김병진 안명환 윤보열, 염종민, 한경수 조황희	6-15 16-24 25-43 44-56 57-67
논 단	• 우주기상의 연구 현황 및 발전 방향	김용하	68-81
해외기술동향	• 기상위성 기술·정책 정보 동향 • 위성기반 작전기상 소개	국가기상위성센터 위성기획과 안숙희, 김백조	82-92 93-100

	장마의 사회경제적 영향, 제8권 제1호(통권 제21호),	2015년 6월	
칼 럼	• 장마와 날씨경영	고윤화	3-5
	• 수자원 확보에 있어서 장마의 역할	박정수	8-16
	• 장마가 농업생산에 미치는 영향	최지현	17-24
정책초점	• 장마의 변동성과 예측성 향상	서경환	25-30
	• 장마기간 유통산업 영향 및 전략	김정윤	31-40
	• 장마철 유의해야할 건강 상식	이준석	41-51
논 단	• 장마-몬순 예측기술 향상 방안	하경자	52-59
해외기술동향	• 동아시아 여름강수 예측기술 현황	권민호	60-65

	겨울철 위험기상의 영향과 대응, 제8권 제2호(통권 제22호	호), 2015년 12월	
칼 럼	• 겨울철 위험기상 예보의 중요성	고윤화	3-4
	• 겨울철 위험기상을 위한 에너지 정책	김두천	6-17
정책초점	• 한국의 동절기 도로제설 현황	양충헌	18-29
이역소급 	• 한파가 농업에 미치는 영향	심교문	30-41
	• 겨울철 한파 대비 건강관리	송경준	42-56
누다	• 겨울철 위험기상의 예측능력 향상	김주홍	57-68
논 단	• 미래 겨울철 위험기상의 변화	차동현	69-75

	영향예보의 현황 및 응용, 제9권 제1호(통권 제23호), 2	2016년 6월	
칼 럼	• 영향예보를 통한 기상재해 리스크 경감	고윤화	3-4
	• 영향예보 비전과 추진 방향	정관영	6-22
정책초점	• 재해기상 영향예보시스템 현황 소개	최병철	23-31
	• 영향예보 지원을 위한 수치예보 개발 방향	김동준	32-40
	• 영향예보를 위한 수문기상정보 지원	이은정	41-51
논 단	• 재해영향예보의 효과	손철, 김건후	52-63
포 커 스	• 확률 예보를 위한 앙상블예측 기술 소개 및 현황	강지순	64-74

	인공지능을 접목한 기상 분야 활용, 제9권 제2호(통권 제24호)	, 2016년 12월	
칼 럼	• 기상서비스를 변화시키는 인공지능	고윤화	3-4
	• 인공지능의 발달이 몰고 오는 변화상	진석용	6-20
정책초점	• 4차 산업혁명과 기상예보시스템의 혁신	최혜봉	21-30
경색소급	• 인공지능 시대를 살아가기 위한 인간 능력은?	구본권	31-50
	• 인공지능의 기상정책 개발 활용	국립기상과학원	51-63
논 단	• 인공지능 도입으로 정확도를 혁신하는 기상예보	고한석	64-77

『기상기술정책』 투고 안내

🧼 투고방법

- 1. 본 정책지는 기상기술 분야와 관련된 정책적 이슈나 최신 기술정보 동향을 다룬 글을 게재하며, 투고된 원고는 다른 간행물이나 단행본에서 발표되지 않은 것이어야 한다.
- 2. 원고의 특성에 따라 다음과 같은 5종류로 분류된다.(1) 칼럼 (2) 정책초점 (3) 논단 (4) 해외기술동향(5) 뉴스 포커스
- **3.** 본 정책지는 연 2회(6월, 12월) 발간되며, 워고는 수시로 접수한다.
- 4. 원고를 투고할 때는 투고신청서, 인쇄된 원고 2부, 그림과 표를 포함한 원본의 내용이 담긴 파일(hwp 또는 doc)을 제출하며, 일단 제출된 원고는 반환하지 않는다. 원고접수는 E-mail을 통해서도 가능하다.

원고심사

1. 원고는 편집위원회의 검토를 통하여 게재여부를 결정한다.

의 원고작성 요령

- 1. 원고의 분량은 A4용지 10매 내외(단, 칼럼은 A4용지 3~5매 분량)로 다음의 양식에 따라 작성한다.
 - 1) 워드프로세서는 '아래한글' 또는 'MS Word' 사용
 - 2) 글꼴: 신명조
 - 3) 글자크기 : 본문 11pt, 표·그림 10pt
 - 4) 줄간격: 160%
- 2. 원고는 국문 또는 영문으로 작성하되, 인명, 지명, 잡지명과 같이 어의가 혼동되기 쉬운 명칭은 영문 또는 한자를 혼용할 수 있다. 학술용어 및 물질명은 가능한 한 국문으로 표기한 후, 영문 또는 한문으로 삽입하여 표기한다. 숫자 및 단위의 표기는 SI규정에 따르며, 복합단위의 경우는 윗 첨자로 표시한다.
- 3. 원고 첫 페이지에 제목, 저자명, 소속, 직위, E-mail 등을 명기하고, 저자가 다수일 경우 제1저자를 맨 위에 기입하고, 나머지 저자는 그 아래에 순서대로 표시한다.
- 4. 원고의 계층을 나타내는 단락의 기호체계는 I, 1, 1), (1), ①의 순서를 따른다.
- 5. 표와 그림은 본문의 삽입위치에 기재한다. 표와 그림의 제목은 각각 원고 전편을 통하여 일련번호를 매겨 그림은 아래쪽, 표는 위쪽에 표기하며, 자료의 출처는 아랫부분에 밝힌다.
 - 예) 〈표 1〉 〈표 2〉 [그림 1] [그림 2]
- 6. 참고문헌(reference)
 - 1) 참고문헌 표기 양식
 - 참고문헌은 본문의 말미에 첨부하되 국내문헌(가나다 순), 외국문헌(알파벳 순)의 순서로 정리한다.
 - 저자가 3인 이상일 경우. '등' 또는 'et al.'을 사용한다.
 - 제1저자가 반복되는 경우 밑줄()로 표시하여 작성한다.
 - 2) 참고문헌 작성 양식
 - 단행본: 저자, 출판년도: 서명(영문은 이탤릭체), 출판사, 총 페이지 수.
 - 학술논문: 저자, 출판년도: 논문명, 게재지(영문은 이탤릭체), 권(호), 수록면.
 - 학술회의(또는 세미나) 발표논문 : 저자, 발표년도: 논문명, 프로시딩명(영문은 이탤릭체), 수록면,
 - 인터넷자료: 웹 페이지 주소

METEOROLOGICAL TECHNOLOGY & POLICY



Volume 9, Number 2

33, Seohobuk-ro, Seogwipo-si, Jeju-do, 63568, Korea TEL. 064-780-6533 | FAX. 064-738-9071 http://www.kma.go.kr