

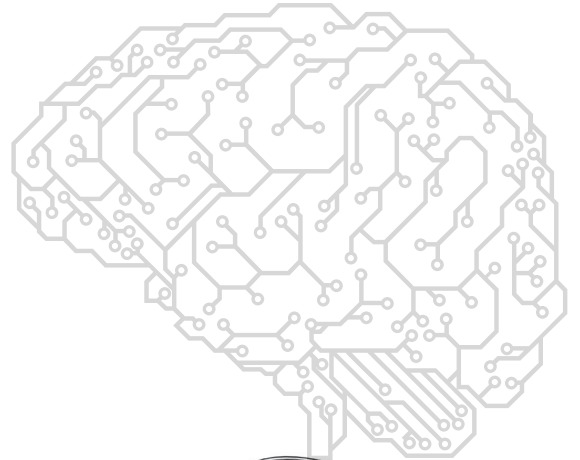
월간 SW중심사회

MONTHLY SOFTWARE ORIENTED SOCIETY

05

COLUMN

인공지능 시대의 준비

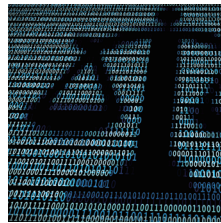


디지털 변환이 찾아 준 신발 제조업 경쟁력
지능경제시대, 서비스로 승부하자
지능사회 대응 특례법 제정 시급하다

TREND

SW관련 분쟁해결을 위한 ADR 현황과 시사점
국내 SW영재교육의 현재
민감 정보 암호화에 따른 형태 보존 암호화 기술의 재조명
인공지능 기술과 정보보안
진화하는 스마트 건강관리 기기
자동차업계의 소프트웨어 혁신기업 테슬라모터스
지능형 교통시스템 동향
디지털 금융혁신 : 로보 어드바이저 서비스 동향
가상현실(VR) 2018년 '현실'이 된다

인공지능 시대의 준비



CONTENTS

04

인터뷰

최훈 충남대학교 교수

08

칼럼

인공지능 알파고가 남긴 숙제 ②

디지털 변환이 찾아 준 신발 제조업 경쟁력

지능경제시대, 서비스로 승부하자!

지능사회 대응 특례법 제정 시급하다

22

소프트웨어 산업 및 융합 동향

SW관련 분쟁해결을 위한 ADR 현황과 시사점

국내 SW영재교육의 현재

민감 정보 암호화에 따른 형태 보존 암호화 기술의 재조명

인공지능 기술과 정보보안

진화하는 스마트 건강관리 기기

자동차업계의 소프트웨어 혁신기업 테슬라모터스

지능형 교통시스템 동향

디지털 금융혁신 : 로보 어드바이저 서비스 동향

가상현실(VR) 2018년 '현실'이 된다



70

소프트웨어 산업 통계

월별 SW산업 생산 및 수출

72

이슈

기계학습의 발전 동향, 산업화 사례 및 활성화 정책 방향

– 딥러닝 기술을 중심으로

104

동정

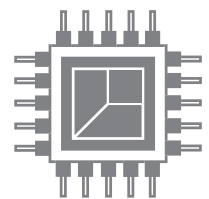
유현곤 부장(NVIDIA) 초청 강연

윤종수 변호사(CC글로벌 리드) 초청 강연

이성환 교수(고려대학교) 초청 강연

신현목 이사(오픈데이터헬스케어그룹) 초청 강연

제22회 SPRi Forum





글로벌 수준의 교육으로 국내에 수준 높은 SW산업 인력 제공할 것

SPRi가 만난 사람

최훈 충남대학교 교수

인터뷰

이호 선임연구원

정리

정윤선 객원기자

대학 교육의 혁신이 시작되었다. 미래창조과학부는 작년 8곳, 올해 6곳, 총 14개 대학을 'SW중심대학'으로 선정했다. 선정된 14개 대학은 SW산업현장의 요구를 반영한 교과과정의 전면 개편으로 SW지식과 타 학문의 지식을 겸비한 고급의 융합인재 양성에 매진한다.

소프트웨어정책연구소는 대학 교육의 혁신을 주도하는 SW중심대학 교수들을 차례대로 만나 각 대학의 추진과정과 비전을 집중적으로 조명하고자 한다. 그 세 번째 순서로, 최훈 충남대학교 교수를 만나 인터뷰를 진행했다.

Q 충남대학교의 SW중심대학 선정을 축하한다. 앞으로의 운영계획과 목적에 대해 듣고 싶다.

A 해외대학 파견교육, 융합연계전공 등 양질의 교육을 통해 수준 높은 인력 양성
구글에서 채용하고 싶어 할 정도의 수준 높은 인력을 다수 양성해 국내 산업에 인력을 제공하는 것을 목표로 하고 있다. 이를 위해 작년 5월부터 학내 전공 교수님들이 역량을 발휘해 국제적인 네트워크 형성에 힘을 쏟은 결과 해외 멘토링 인턴십, 해외대학 파견교육 프로그램을 만드는 성과를 거뒀다. 목표를 달성하기 위해 이러한 프로그램들을 심분 활용해 국제적 수준의 교육기회를 제공할 것이다.

또한 융합연계전공을 중요하게 생각하고 있다. 국방무인시스템, 감성인지 SW등 6개의 융합연계 전공을 신설했으며, 다양한 분야의 SW융합인재를 양성할 것이다. 이미 전공학생 모두가 산학협력 프로젝트를 수행해왔는데, 산학협력 프로젝트를 보다 강화해 산업체 임직원들이 직접 교육에 참여하게끔 하고 있다. 현재 게임회사인 '라이트 게임즈'사의 직원들이 직접 학생을 가르치고 있어 학생들이 실무에서 요구되는 고급 코딩 수업을 받게 되었다.

이번 사업의 취지 가운데 SW교육의 사회 확산이라는 점이 있지 않나? 우리는 이번 사업에 선정되기 이전부터 학과의 일부 교수님들이 오랜 시간 사회봉사활동 차원으로 성세재활원에서 SW교육을 해오셨다. 앞으로도 중교생의 SW교육이라든지, SW봉사단을 운영해 사회봉사활동을 확대할 계획이다.

그리고 대전에 위치한 특허청과 특허법원을 심분 활용할 계획이다. 일찌감치 변리사나 특허청 임직원들을 초청해 SW특허출원 교육을 시행해오고 있었다. 모든 전공생들이 졸업 전까지 하나의 특허 출원을 목표로 삼고 있다.

더불어 국내외 산업체와 연구소 인력으로 구성된 교과과정혁신위원회도 설립했다. 이번 사업과 관련해 다섯 개의 전공과목을 신설했는데, 이 과정에서 위원회가 전공과목의 방향과 내용을 심의하고 제안했다. 기업의 현장을 고려했을 때 갖춰야할 실습 환경에 관해 아이디어를 제안하기도 했다. 앞으로도 현장에서 요구하는 역량에 부합하는 교육이 이뤄지도록 심의기구로서의 역할을 수행할 것이다.

Q SW중심대학으로서 비전공자들을 대상으로 하는 교육도 중요하다. 전제 조건으로 학교 차원에서 교과 과정을 개편해야 하는 어려움이 뒤따랐을 것 같다.

A SW교육의 중요성에 대한 대학 구성원들의 이해와 공감 필요
사업에 선정된 모든 학교에 공통되는 문제다. 우선 사업 취지를 이해시켜야 할 필요가 있었다. 총괄 책임 교수로서 학교 본부, 타 단과 대학 교수님들과의 협의와 설득에 많은 시간을 할애했다. 그럼에도 짧은 기간으로 인해 전체 구성원들의 동의를 얻기는 쉽지 않다. 전교생에게 SW교육을 시키기 위한 제도화 과정이 특히 쉽지 않다. 기존의 학교 교양 교육 체제를 바꿔야하는 데 타 학과에 영향을 끼치지 않을 수 없다. 다행히 전임총장님의 적극적인 지원이 있었다. 현 총장님도 사업 취지에 적극 공감하고 지원해 주시고 있다.

SW교육이 중요하다는 인식이 사회적으로 확산되어가고 있다는 점에서는 학내에서도 폭 넓은 공감대가 형성되어가고 있다. 단계적으로 나아가 2017년부터는 전교생을 대상으로 한 제도적 시행이 완성될 것으로 희망한다.

Q 제도적 난점이 해결된다고 해도 운영상 비전공학생들의 반감이라든가 교과목 운영상 여러 가지 문제가 발생할 것이라고 본다. 문제점 해결방안과 운영계획이 궁금하다.

A 비전공자들을 대상으로 단계적이고 발전적인 SW교육 시행할 것
지적한대로 비전공학생들이 SW수업을 수강해야 한다는 데 반감이 있을 수 있다. 하지만 우리는 비전

공학생들이 직접 프로그래밍을 하는 것에 중점을 두지 않는다. 비전공학생들이 컴퓨터과학적 사고능력(Computational Thinking, 이하 CT)을 키우는 데 중점을 두었다. SW구성의 이해와 활용을 통해 논리적이고 창의적인 사고력을 키우는 데 목적을 두는 것이 현재의 교육 환경에서는 적절하다고 판단된다. 비전공학생들의 SW교육은 단계적이고 발전적인 접근이 필요하다. 또한 다양한 전공 특성에 맞는 예제와 실습 문제를 다수 개발하여 단과대학별로 선택해 해당 단과대학에서 교육할 수 있게 했다. 물론 CT교육만을 하는 것은 아니다. 빅데이터 활용, 소셜네트워크 활용, 모바일 앱 등 SW교양 수업을 일곱 과목 개설했다. 이 중 단과대학별로 세 과목을 선별해 해당 학과 학생들이 자율적으로 선택해 수강할 수 있게 했다.

교과목 운영에 뒤따르는 어려움도 있다. 올해 신입생이 3,500여 명 정도가 된다. 신규 개설되는 교양 과목의 경우 실질적으로 1,000명에서 1,500명의 학생들이 수강한다고 가정했을 때 과목 운영이 쉽지 않다. 가령 전임교수 강의비율이 정부 지원사업의 평가 지표로 활용되기 때문에 무턱대고 분반 교육하기도 곤란하다. 분반 교육 시 강의를 맡은 강사들 수준의 균등성도 고려해야 한다. 해결책으로 우선은 대형 강의와 CNU MOOC를 활용해 수업을 진행하고, 실습과 숙제는 전담 튜터가 있는 분반 형태로 운영할 계획이다. 올해는 시범 실시 기간이기 때문에 교육과정이 의무화되기 이전에 가장 효율적인 방법을 강구하려고 한다.

Q 글로벌 수준의 SW전공 교육환경 구축을 통한 글로벌 융합 인재 양성을 강조했다. 구체적인 이야기를 듣고 싶다.

A 해외대학 파견교육과 'MI-333' 프로그램으로 학생들에게 폭넓은 글로벌 교육 시행
글로벌 수준의 교육을 위해서는 우선 학생들의 영어 실력이 갖춰져야 한다. 그래서 기존의 교양 영어 이외에 'IT 영어'를 전공 과목으로 개설해 수업 중이다. 미국에서 수십 년 기업 현장에 몸담았던 분을 본 사업이 지원하는 산학협력중점교수로 채용하여 수업과 지도를 담당해 학생들의 성취도 수준이 높다.

그리고 미국의 퍼듀 대학과 협약을 맺어 8주 간 30명의 학생들이 파견되어 수업을 받는다. 현지 기업인이 멘토로 참여하고 현지 학생들과 국내 학생들이 협업해 캡스톤 디자인 수업을 진행한다는 점이 특색이다. 멘토는 퍼듀대에서 알선을 하기로 되어 있다. 충남대 학생 두 명, 퍼듀대 학생 두 명, 멘토 한 명이 한 팀으로 15개 팀의 프로젝트가 진행될 것이다.

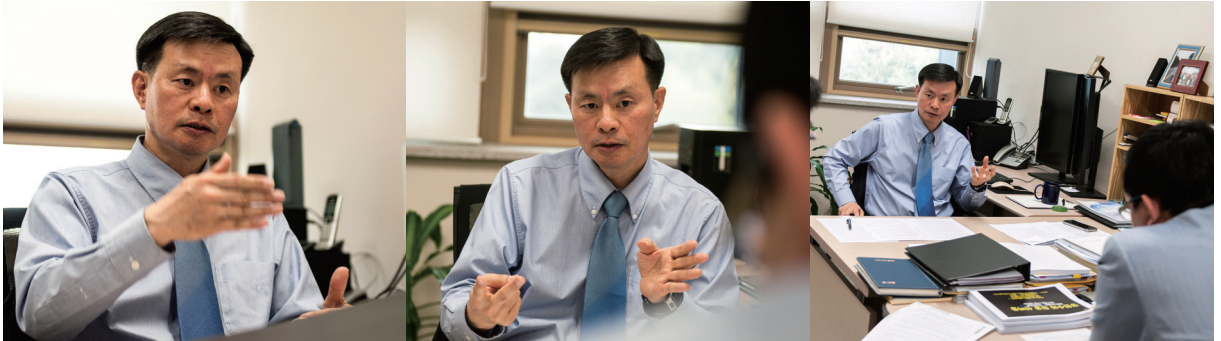
또 충남대만의 특징으로 'MI(Mentoring Internship) 3·3·3' 프로그램이 있다. 숫자는 각각 세 달씩의 기간을 뜻한다. 세 달은 해외의 멘토들과 충남대 학생들이 팀을 구성해 프로젝트를 진행한다. 이때 해외의 멘토들은 원격으로 멘토링한다. 이 프로젝트는 이미 올 3월부터 시행 중이다. 이후 각 팀에서 멘토가 선발한 우수한 학생들을 미국 기업에서 6개월 간 인턴십으로 채용하도록 하는 것이다. 6개월의 인턴십 기간 동안 첫 3개월은 충남대 측에서 체재비를 지원하고, 이후 3개월은 해당 기업에서 비용을 지불하도록 하는 것이 이 프로그램의 내용이다. 이런 접근이 학생들의 내실 있는 지도학습과 현지 기업들의 부담완화를 고려했을 때 현실적인 방안이라고 판단했다. 학생들이 더 나은 환경에서 양질의 경험을 쌓을 수 있도록 지속적으로 발전적 방안을 마련 중이다.

Q SW인재 양성의 중요성이 날로 부각되고 있다. 기존 SW교육은 그 요구를 충분히 충족시키지 못했다. 기존 교육의 문제점과 개선책에 대한 소견을 듣고 싶다.

A SW교육의 조기화, 실전 코딩 능력 개발 필요
아무래도 SW교육이 초·중·고 과정부터 시행돼야 할 필요성을 절감하게 된다. 컴퓨터공학 신입생들의 이야기를 들어보면 프로그래밍이 어렵다는 학생이 많다. 심지어는 컴퓨터공학이나 소프트웨어가 무엇인지 잘 모르는 신입생도 있다. 대학에 들어오기 이전에 프로그래밍 교육을 받아 본 경험이 없기 때문이다. 정부에서

2018년부터 초·중·고 교과과정에 SW교육을 의무화할 예정이라고 하는데 바람직한 방향으로 나아가고 있다고 생각된다.

대학의 SW교육에서도 '동작하는 SW'를 만들어내는 데 급급한 경우가 많다. 이제는 그보다 '오류 없이 잘 동작하는 SW'를 개발하는 능력을 교육하는데 중점을 두어야 한다. 그래서 이번 기회에 '실전 코딩'과목을 개설했다. 실전 코딩이라는 것은 실무에서 사용하는 코딩 기법들을 의미한다. 실전 코딩 교육을 강조하는 이유는 단순히 동작하기만 하는 SW를 넘어 더 효율적이고 오류 없는 SW를 개발할 코딩 기술을 전공자들이 익히도록 하기 위해서다.

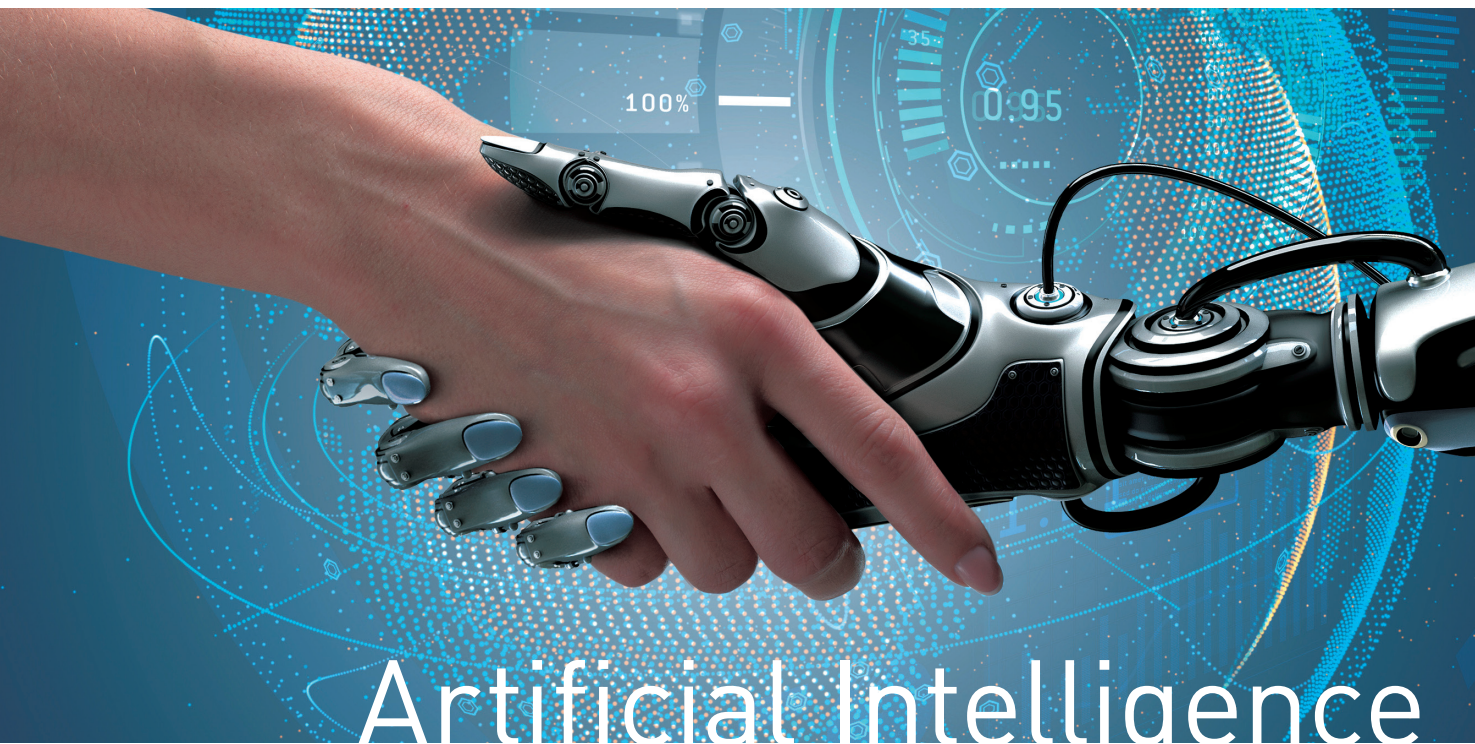


Q SW업계로 취업하거나 창업을 준비하고 있는 학생들이 실력 이외에 갖춰야 할 부분도 있을 것이다. 조언을 한다면?

A 기업 문화 변화로 벤처 기업 생존할 수 있는 토양 마련되어야
목표를 대기업 취업만으로 제한하지 말고 꿈을 가지고 도전하려는 의식이 필요하다. IT업계는 좋은 아이디어가 있다면 소규모의 인원으로도 성공할 수 있다. 다만 청년들이 적극적으로 창업에 뛰어들 수 있으려면 한국의 기업 문화가 변해야 한다. 청년들의 창업은 현실적으로 대개 소규모의 벤처기업으로 시작할 수밖에 없다. 이들이 좋은 아이디어를 가지고 성공적인 비즈니스 모델을 만들어내면 본인들이 직접 회사를 운영하거나 대기업이 이들을 인수하는 길을 생각할 수 있다. 대기업이 정당한 대가를 지불하고 이들을 인수하기만 한다면 누가 시키지 않아도 청년들이 창업에 적극적으로 뛰어들 것이다. 벤처가 살아남기 힘든 사회적 토양에서 창업을 무조건 권장할 수는 없는 일 아닌가.

Q 마지막으로 국내 SW교육이 어떤 방향으로 나아가야 한다고 생각하는지?

A 이론과 실무의 균형 잡힌 교육으로 인재 양성
융합교육의 중요성이 점차적으로 강조되어야 한다고 생각한다. 현재 국내 SW시장은 협소하다. IT, SW 과목과 타 과목의 융합교육이 국내 산업 경쟁력 향상에도 중요한 역할을 할 것으로 본다. 또 하나는 이론과 실무가 균형을 이루는 교육이 진행되어야 한다는 점이다. 현재 실무의 강조가 지나친 경향이 있다. 이론적 밑바탕 없이 실무가 강조되면 곤란하다. 학생들의 실제 교육 기간이 충분치 않은 상황에서 고학년들은 취업 준비, 인턴활동을 위해 4학년에 개설되는 고수준의 수업들을 못듣고 졸업하는 경우가 많다. 또 역으로 취업을 위해 상대적으로 학점 취득이 유리한 이론 수업만을 수강하고 어려운 실습 과목을 기피하는 학생들도 있다. 이론과 실무의 균형 잡힌 교과 운영의 중요성을 재인식해야 한다 ■



인공지능 시대의 준비

제4차 산업혁명은 인공지능의 혁명

올해 다보스 포럼에서는 우리 삶의 방식을 근본적으로 바꿀 기술혁명이 곧 다가온다고 주장하고 이를 제4차 산업혁명이라고 지칭했다. 이번 변화의 규모와 범위는 인류가 이전에 경험했던 것과는 비교가 안될 정도로 깊고 광범위할 것이라고 예측했다. 그럼 그 변화를 가져오는 기술의 실체는 무엇일까?

다보스 포럼에서는 그 파괴적 기술들이 무인자동차, 드론, 3D프린팅, 첨단 로봇공학, 신소재 및 바이오테크놀로지 등의 기술이라고 나열하면서 디지털화와 정보기술이 변화의 핵심이라고 지적했다. 디지털화라고 하면 전자 제품을 연상하고, 정보기술을 통신으로만 해석하던 우리나라의 관행으로 이 뜻을 제대로 이해할까 걱정된다.

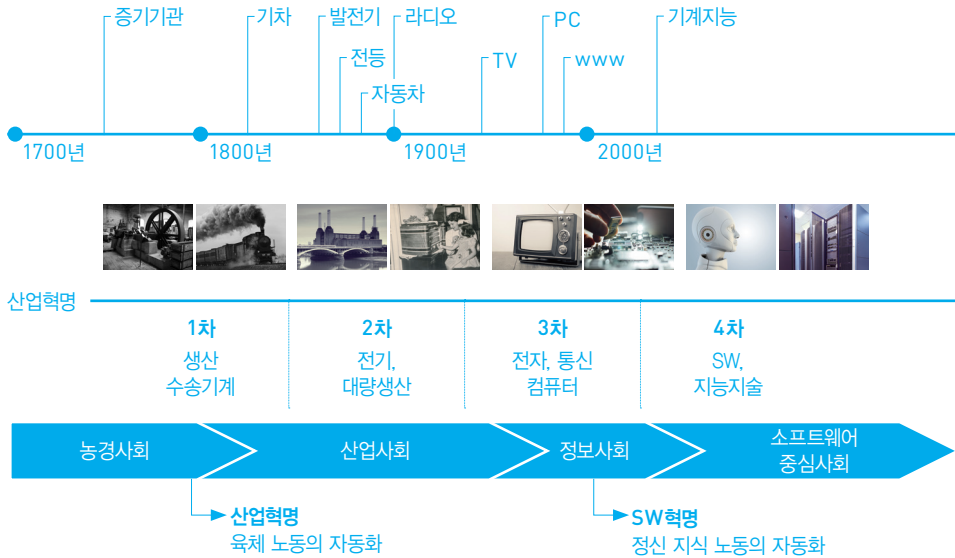
다행히도 알파고는 그 파괴적 기술의 핵심이 바로 인공지능이라는 것을 전국민에게 강하게 각인시켰다. 인공지능이 우리 삶의 방식을 근본적으로 바꿀 것을 예고한 것이다. 소프트웨어가 광범위하게 사용되어 창조적 혁신이 일상적으로 일어나서 사회가 풍요롭고, 인류가 당면한 문제에 대한 해결책이 다양해 지는 소프트웨어 중심 사회를 예고한 것이다.

더 많은 사회 기능이 소프트웨어로 구현될 것이다. 사회 안전이 소프트웨어에 의존하게 된다. 모바일, IoT, 클라우드를 통해서 많은 데이터를 모으고 이를 분석하여 의사결정을 하는 것이 일상화 될 것이다. 작은 아이디어가 소프트웨어를 만나면 큰 비즈니스를 만들어 준다.

김진형
소프트웨어정책연구소
소장
jkim@spri.kr

따라서 소프트웨어 능력이 개인, 기업, 국가의 경쟁력이 된다. 우리 정부에서는 2년전 이런 사회를 소프트웨어 중심사회라 하고 국가적 차원의 준비를 촉구한바 있다. 2018년부터 초중고 교육에서 코딩 교육을 정규교과목으로 하기로 결정한 것도 이런 사회를 위한 준비의 일환이었다.

〈그림〉 제4차 산업혁명을 통한 소프트웨어 중심사회, 인공지능시대로의 전망



인공지능과 일자리 변화

인공지능이 확산되면서 사람의 일자리가 없어질 것이라는 불안감이 퍼지고 있다. 자동화에 의해서 생산성이 급격히 향상되어 일자리가 급격히 줄어든 것이다. 10년에서 20년 사이에 지금 일자리의 반 이상이 없어지거나 업무의 내용이 획기적으로 바뀔 것이라고 여러 곳에서 예측한다. 컴퓨터화가 주로 중산층의 단순한 일자리를 감소시켰지만 이제 인공지능은 기차, 회사사 등 지적 능력이 필요한 고소득 일자리도 감소시킨다.

인공지능이 발달하면서 기계와 사람 간의 공생을 준비해야 하는 상황이 되었다. 기계와의 공생관계는 다양한 형태로 진행될 것이다. 인간이 하던 업무를 다수의 세부 과업으로 나누어 그 중 사람이 잘 하는 것은 사람이 하고 기계가 잘 하는 것은 기계에게 시키는 분업형태가 보급될 것이다. 초기 항공기에 여섯 명의 조종사가 탑승해야 했지만 지금은 혼자, 혹은 둘이 근무한다.

2018년에는 약 3백만 명의 직원이 상관으로 인공지능을 모시게 될 것이라고 가트너가 예측했다. 업무를 계획하여 부하 직원들에게 할당하고 그 성과를 평가하는 메니저의 일상 업무는 인공지능이 더 잘 할 수 있기 때문이다. 이런 상황에서는 상관의 눈치를 살필 이유가 없다.

사람이 하다가 싫어지면 나머지 일을 기계에게 맡기는 시간 분업 형태도 가능하다. 단순 업무에서는 사람이 완전히 배제되고 인공지능이 업무를 전담하게 될 것이다. 그러나 상당 기간 동안은 사람이 혼자서는 할 수 없었던 일들을 기계의 도움으로 처리하게 되는 바람직한 형태가 계속될 것이다.

인공지능시대에는 새로운 일자리도 많이 생길 것이다. 그러나 결과적으로는 많은 일자리가 없어질 것이다. 새로운 일자리는 주로 과학기술과 ICT, 그리고 예술, 스포츠 분야에서 생길 것이다. 또한 기존 산업과 대기업 보다는 신 산업과 창업으로 일자리가 창출될 것이다. 2010년까지 25년 간 미국의 새로운 일자리의 3분의 2는 5년 미만 기업에서 창출되었다. 우리 사회가 지금 경험하는 청년 일자리 문제는 이미 제4차 산업혁명의 와중 즉, 인공지능시대에 진입하고 있다는 것을 의미한다. 창조경제를 통한 창업 중심의 일자리 창출 정책은 그 성패 여부를 떠나서 매우 바람직한 시도다.

교육혁신이 필요하다

소프트웨어 중심사회에 대응하기 위하여 무엇보다도 먼저 준비해야 할 것은 미래세대를 위한 교육이다. 전 세계 7세 어린이의 65%는 지금 존재하지 않는 일자리에서 일하게 된다고 하지 않는가? 지금과 같은 교육 내용과 방법으로는 미래세대를 육성할 수 없다. 이제는 한 명의 천재가 만 명을 먹여 살리는 시대다. 그래서 지금 세계는 인재전쟁이고 교육전쟁 중이다.

시대의 변화에 맞추어 교육의 목표는 구체화하고, 교육의 내용과 방법에서 혁신이 있어야 한다. 비판적 사고, 소통, 협동 능력을 갖추고 창의력 있는 인재를 키우는 것을 목표로 해야 한다. 외우는 공부보다는 만들어 보는 교육으로 바꾸어야 한다. 교육 내용은 새 시대에 필요한 것으로 지속적으로 바뀌어야 한다.

우리 교육에서 과학기술의 비중을 높여야 한다. 국민 모두가 과학적 소양을 높이고 기술을 더 깊이 이해하여야 한다. 이미 와 있는 미래에 대하여 깊은 통찰이 필요하다. 특히 인공지능을 만드는 소프트웨어 능력이 무엇보다도 필요하다. 남이 만들어준 소프트웨어를 사용하는 것만이 아니라 문제 해결을 위하여 컴퓨팅 사고력과 소프트웨어를 만들 수 있는 능력을 갖춰야 한다.

다행히 우리나라도 2018년부터 초중고 정규교육에 소프트웨어를 포함하기로 했다. 이 정책에 저항하는 세력이 있었는데 알파고의 능력을 보면서 그들은 지금 무슨 생각을 하고 있을지 궁금하다. 박근혜 정부의 최대 실적은 2018년부터 초중고 정규 과정에서 소프트웨어 교육을 실시하도록 결정한 것이다. 그러나 준비할 시간이 많이 남아있지 않다. 그때까지 전국민과 정부가 합심하여 준비를 철저히 하여야 할 것이다.

인공지능의 윤리규범은?



합리적 알고리즘으로 만들어진 인공지능이라 하더라도 별로 합리적이지 않은 사람들과 공생하려다 보면 고려해야 할 점이 많다. 최근 구글 무인자동차가 사고를 냈다. 교차로에서 잠시 왼쪽 차선을 통과해 우회전을 하려 했는데 그 차선으로 버스가 다가오고 있었다. 이를 인지했지만 버스가 교차로에 접근하니 당연히 속도를 줄일 것이라고 생각했다. 그러나 버스 운전사는 속도를 줄이지 않았다. 그래서 무인자동차와 충돌한 것이다.

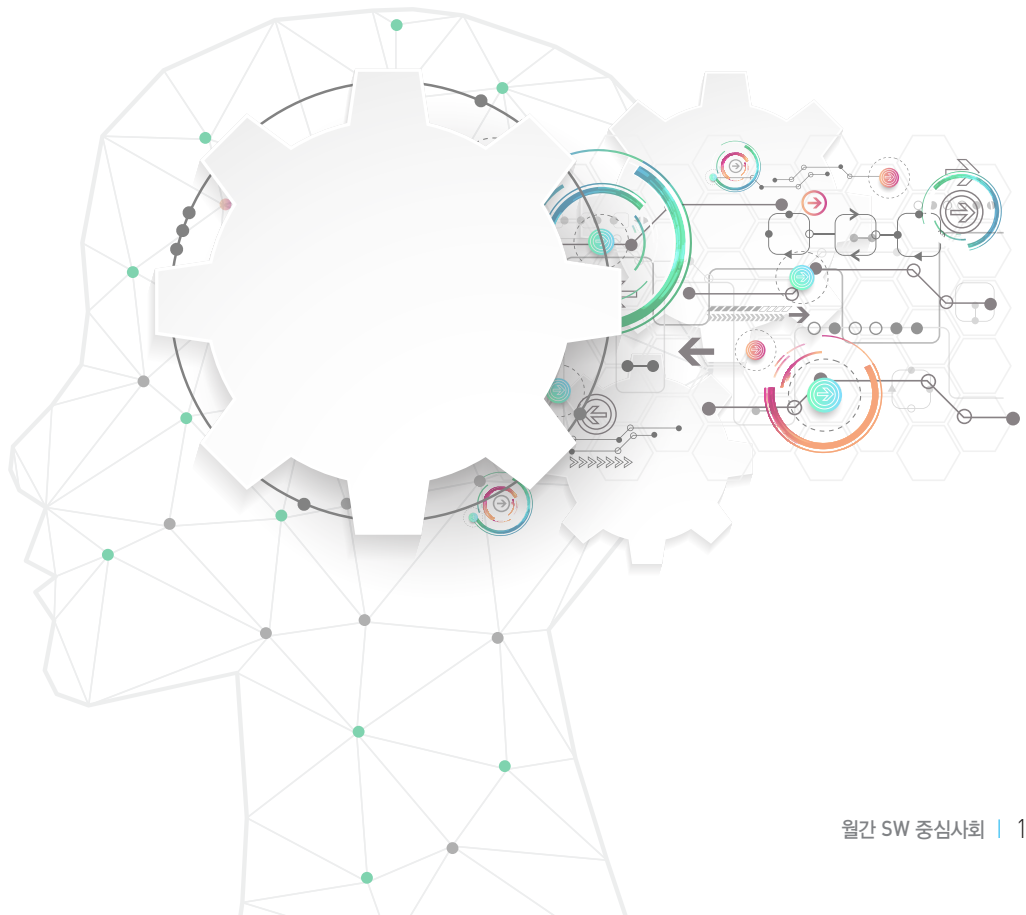
합리적으로 행동하는 인공지능이 가끔은 이기적이고 비합리적인 인간하고 어떻게 같이 살아가야 할까? 구글은 무인자동차의 소프트웨어를 수정하겠다고 했다. 버스들은 양보를 잘하지 않는다는 사실을 반영하겠다는 것이다. 비합리적인 행동을 하는 인간들과 같이 살기 위한 인공지능의 합리성은 여태야 하는가?

미이클 샌델의 '정의란 무엇인가?'라는 책에 처음 나오는 에피소드는 고장 난 트롤리 이야기다. 제동장치가 고장난 트롤리가 궤도를 따라 하강하는데 갈림길에서 선택의 문제다. 왼쪽에는 10명의 인부가 일하고 있고, 오른쪽은 두명의 인부가 작업 중이다. 공리주의(功利主義)에 입각하여 트롤리를 오른쪽으로 진행하게 하여 피해 규모를 줄이는 것이 윤리적이란 것이다. 셸던은 이러한 상황에서 사건과 무관한 제3자의 희생으로 피해 인명을 줄이는 것이 윤리적인가 의문을 제기한다. 만약 오른쪽 두 명이 나의 친동생들이라면 어떻게 행동해야 하는가? 윤리적 행동을 알고리즘으로 코딩할 수 있을까? 도로를 인간과 같이 사용하는 무인자동차에게 어떤 윤리적 규범을 요구해야 하는가?



인공지능이 의사보다 특정 질병에 관해서는 더 정확히 진단하고 처방을 하는 것으로 조사되었다. 인공지능의 범주는 앞으로 더욱 늘어날 것이다. 그렇다고 사람의 개입 없이 인공지능이 혼자 판단하고 스스로 조치하는 것이 바람직한가? 전쟁에 투입되는 인공지능 로봇은 인간을 살상해도 되는가? 인공지능 감시카메라가 '생계형 범죄자 장발장'을 눈감아 주어야 하는가? 인공지능은 끝 없는 윤리적 논쟁을 야기한다. ■

본 칼럼은 국가미래연구원 블로그 3월 30일자에 게재된 글입니다.
http://www.ifs.or.kr/bbs/board.php?bo_table=NewsInsight&wr_id=883





디지털 변환이 찾아 준 신발 제조업 경쟁력

우리 제조업의 위기

우리 제조업이 큰 위기를 맞고 있다. 정보통신기기 수출이 17.8%, 자동차 수출이 18.8% 감소하는 등 제조업 수출액이 지난해 같은 달보다 18.5% 감소했다. 철강, 조선, 정유 산업은 이미 몇 년째 적자다. 사업을 해서 이자도 못 내는 기업이 3분의 1에 이르고, 이 상태가 3년 연속인 기업이 15%에 이른다.

중국 기업이 경쟁자로 바뀌면서 생산 과잉으로 인한 저가 공세가 큰 원인이다. 이에 더해 엔화·위안화 절하, 중국 경기 둔화와 국제유가 하락까지 겹치니 빠른 시간에 회복하기 어려워 보인다. 그럼에도 불구하고 개혁은 지지부진하니 제조업을 포함한 우리 경제 전반이 저성장에 고착되는 것이 아닌가 우려된다.

김진형

소프트웨어정책연구소

소장

jkim@spri.kr

선진국 제조업의 혁신

선진국들은 제조업의 중요성에 주목하고 그 경쟁력에 투자하고 있다. 미국의 오바마 대통령은 2009년 취임 시부터 '미국을 다시 만들자(Remaking America)'는 구호 아래 제조업을 강조했다. 그 결과 미국의 제조업은 부활했다. 싼 인건비를 쫓아서 중국, 멕시코로 떠났던 제조 기업이 생산지 인건비 상승 등으로 다시 회귀하고 있다. 셰일가스 채굴로 낮아진 에너지 가격, 낮은 물류비, 그리고 정부의 親기업적인 무역·금융·조세제도가 회귀를 가속시키고 있다.

굴뚝산업이 사물인터넷(IoT), 빅데이터, 3D프린터 등 첨단기술로 스마트 산업이 되고 있다. 이에 더해 구글, 테슬라 등 혁신 기업들은 산업 패러다임을 송두리째 바꾸려는 새로운 도전과 탐험을 멈추지 않고 있다. 2020년이면 미국이 중국을 제치고 제조업 경쟁력 1위를 차지할 것으로 전망된다.

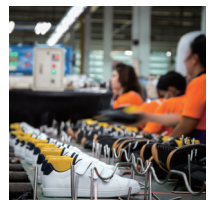
제너럴일렉트릭(GE)의 변신이 대표적이다. 발전기, 엔진 등의 대형 기계류 제조가 주력인 GE는 “2020년까지 세계 10대 소프트웨어 회사가 되겠다”는 비전을 선언했다. 자신과 고객들의 생산성을 혁신적으로 높이기 위한 수단으로 소프트웨어에 주목한 것이다. ‘산업인터넷’으로 기기들을 연결하여 데이터를 모으고 운영의 최적화를 도모한다. 현장의 상황을 실시간으로 파악하여 부품 고장 등에 선제적으로 대응할 수 있다. GE가 기기와 함께 운영을 위한 소프트웨어도 판매하여 매출을 올리고 있다. 직접 제품을 생산하고 운영한 경험이 있기 때문에 GE의 소프트웨어는 경쟁력이 있다.



독일은 원래 전통 제조업에서 경쟁력이 있는 나라다. 그러나 여기에 만족하지 않고, 디지털 기술을 결합하여 그 경쟁력을 더욱 제고하려고 박차를 가하고 있다. 독일의 인더스트리 4.0 전략은 단순히 기기에 소프트웨어를 내장하는 것이 아니다. 컴퓨터 네트워크를 통하여 생산공정, 조달·물류, 서비스까지 통합 관리하여 생산 효율성을 30% 이상 끌어올리는 스마트 공장을 목표로 한다.

우리 신발 산업의 귀환

값싼 인건비를 쫓아 생산기지를 국외로 이전한 우리 제조기업이 현재의 인건비 상승으로 위기를 맞고 있다. 가격 경쟁력이 소진된 것이다. 이런 상황에서 우리의 제조업은 어떻게 대응하여야 할까? 제조업의 경쟁력은 결국 지속적인 기술혁신 능력이라는 평범한 진리를 다시 떠올린다. 이제는 제4차 산업혁명의 시대다. 더욱 심해진 글로벌 경쟁에서 살아남기 위해서는 소프트웨어의 적극적 활용을 통한 신속한 디지털 변환(Digital Transformation)이 필수다.

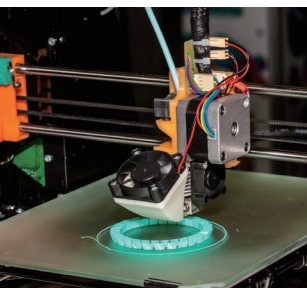


디지털 변환으로 다시 살아나는 우리 산업 이야기를 하나 소개하려고 한다. 바로 신발 산업이다. 선진국에 비해 저임금이던 1980년대까지 신발은 우리나라의 주요 수출품이었다. 그러나 1990년 이후 세계 신발의 3분의 2를 생산하는 중국이 세계 신발 사업을 이끌었다. 1977년에 우리 수출에서 신발이 차지하는 비중이 5%였으나 2000년에는 0.1%로 감소했다.

그러나 최근 우리 신발 제조기업은 일반적인 경기침체에도 불구하고 역대 최고 실적을 보이고 있다. 주요 신발 제조기업들은 연 100% 이상 영업이익이 증가하고 있다. 2014년 우리 신발 수출은 5000억 원 규모이며, 이는 연 7%씩 성장하고 있다. 국내 최대 신발 제조기업은 최근 5년 동안 연 20%씩 성장하여 2015년에는 1조 3,000억 원의 매출을 기록했다.

어떻게 이런 일이 가능할까? 결론부터 말하면 신발 산업이 디지털 변환으로 첨단산업화 됐기 때문이다. 신발은 내구성을 중시하는 대량생산 제품이었지만 요즘은 다양한 디자인과 다기능 패션화로 진화하면서 다품종 소량생산의 제품으로 바뀌었다.

신발 산업의 디지털 변환



예전에는 신발의 재단, 재봉, 제조를 각각 다른 공장에서 처리했다. 하지만 지금은 자동화된 한 라인에서 처리한다. 신발 전용 3D CAD/CAM 소프트웨어로 발 모양 틀(LAST라고 함), 윗 갑피, 바닥판을 통합해 설계한다. 패턴 배열 최적화 알고리즘으로 갑피 자재를 절감한다. 3D프린터를 사용하여 30~50일 걸리던 시제품 제작 소요시간을 1~2일로 단축했고, 투입 인력도 12명에서 2명으로 줄었다.

제품 생산에서도 컴퓨터 재단·재봉, 센서·로봇을 활용해 33단계의 조립 공정을 14단계로, 16단계의 재봉 공정을 3단계로 각각 단축했다. 자재의 적기 공급과 관리를 위해 첨단 ERP와 SCM 소프트웨어를 사용한다. 한 국내 기업에서는 최신 소프트웨어를 도입하여, 23일 걸리던 생산 공정을 12일로 단축했다.

신발 산업의 경쟁력을 유지하기 위하여는

디지털 변환이 신발 생산 방식을 획기적으로 바꿨다. 이에 따라서 신발 생산원가는 전 세계 어디에서나 비슷해졌다. 이제 경쟁력은 디자인과 브랜드 파워, 그리고 현장에서 쌓은 암묵지를 신발 설계와 생산 공정, 그리고 마케팅에 어떻게 반영하느냐에 달려 있다.

브랜드와 디자인 역량이 글로벌 신발 시장을 석권하는 핵심 요소이다. 우리 기업도 혁신적 디자인 역량을 갖추어야 하고 독립된 브랜드로 글로벌화 해야 한다. 이를 위해서는 쉬운 OEM방식 생산에서 탈피하여야 한다. 소프트웨어 기업과 협업하여 다품종 소량생산의 특성에 맞는 신속한 디자인 능력과 탄력적인 유통시스템을 개척해서 단기간에 글로벌기업으로 도약했던 일본 의류기업 유니클로의 사례를 참조할 필요가 있다.

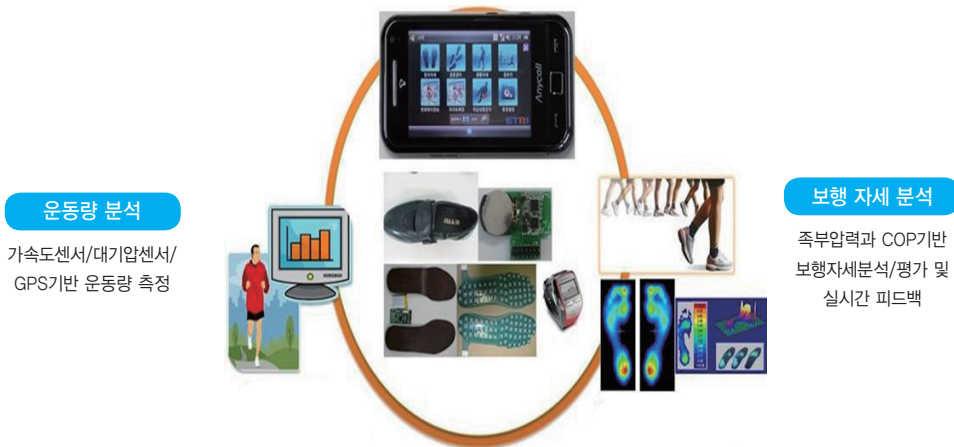
오랜 신발 산업에 종사하며 얻은 암묵지는 경쟁 차별 요소다. 제품을 세련되고 편하게 만들기 위해 ‘복숭아뼈 안과 밖 재질의 두께를 몇 mm로 해야 한다’는 등의 암묵지는 숙달된 신발 장인만의 것이다. 이러한 암묵지를 설계와 관리 소프트웨어로 담아내는 능력이 승부의 관건이다.

이제 신발은 첨단기술의 경연장이다. 나이키, 아디다스와 같은 글로벌 신발 강자들이 첨단 신발의 다양한 실험을 진행하고 있다. 요즘 놀랍도록 가벼운 신발을 신어보셨을 것이다. 신발의 재료로 다양한 첨단 신소재를 활용하여 내구성과 착용감을 높이고 있다. 보행으로 전기를 발생하고 환기장치, 조명장치, 스피커 장치는 기본이다. 센서를 부착해 데이터를 모으고 인터넷과 연결해 다양한 서비스를 제공한다. 인공지능의 활용으로 신발이 ‘건강관리 센터’로 발전하고 있다. 지능화된 신발산업은 이제 IT산업, 의료산업은 물론 엔터테인먼트 산업하고도 협업하고 있는 추세다.

〈아디다스가 개발 중인 인공지능 신발〉



〈헬스케어와 결합한 스마트 신발〉



디지털 변환의 추세는 모든 산업에서

이제 디지털 변환의 추세는 신발 산업, 섬유 산업은 물론 자동차와 조선과 같은 중후장대형 제조 산업에까지 거세게 불고 있다. 선진 기업들은 경쟁력의 원천을 제조 그 자체뿐만 아니라 그 제품을 이용한 서비스라고 보고 있다. 따라서 기술 혁신을 소재나 제조 공정 혁신뿐 아니라 센서와 무선 네트워크 기반의 IoT, 그리고 빅데이터를 활용하는 소프트웨어와 인공지능에서 찾고 있다.

이제 우리도 혁신의 역량을 디지털 변환에 집중하여 제조업 강국의 길을 찾아야 할 때다. 5



본 칼럼은 국가미래연구원 블로그 3월 1일자에 게재된 글입니다.
http://www.ifs.or.kr/bbs/board.php?bo_table=NewsInsight&wr_id=868



Intelligence as a Service

지능경제시대, 서비스로 승부하자!

바야흐로 지능경제시대다. 모든 산업이 지능화되는 현상은 의료, 미디어, 금융, 제조, 법률, 심지어 가장 창의적이라 여겨지는 예술 분야를 포함해 이미 진행되고 있다. 마이크로소프트의 CEO 나델라는 지난달 샌프란시스코에서 열린 개발자 컨퍼런스에서 '모든 것에 지능을 불어넣겠다'고 선언했다. 이는 MS의 향후 전략을 대변하는 한마디지만 결코 한 기업에 국한되는 모토가 아니다. 산업인터넷(Industrial Internet)시장을 개척하며 SW기업으로의 변신을 선언한 GE, 인공지능솔루션 Watson을 의료, 법률 등 다양한 영역으로 확장을 시도하는 IBM, 자율주행차와 인공지능(AlphaGo)에 꾸준히 투자하고 있는 Google 등 현재 진행 중인 4차 산업혁명의 핵심은 인공지능이다. 산업에 적용된 인공지능은 방대한 데이터를 이용해 가치 있는 지식을 발견하고 이를 활용함으로써 새로운 지식서비스를 창출한다. 이렇게 인공지능이 모든 산업에 적용되어 새로운 생산성과 부가가치를 만들어내는 지능경제가 부상하고 있다.

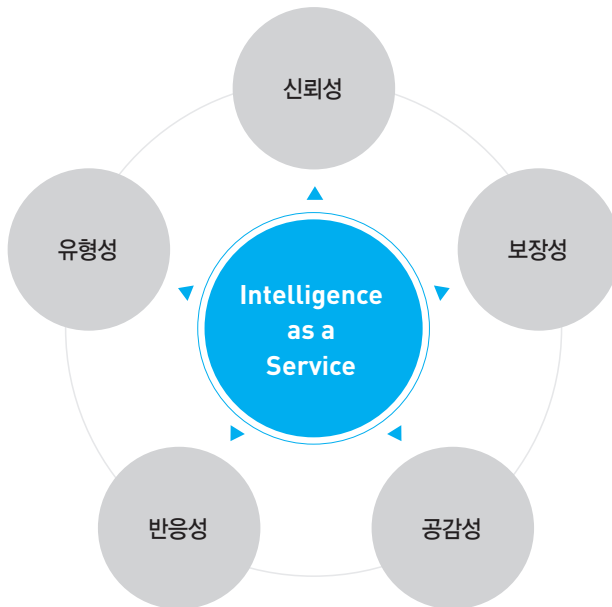
지능경제의 기업들은 방대한 데이터와 네트워크에 기반한 플랫폼 서비스 즉, XaaS (X as a Service)를 주요한 비즈니스 모델로 채택한다. 이미 IBM의 Watson은 'Watson as a Service'를 비즈니스 모델로 삼고 텍스트분석, 성격분석, 감성대화, 음성인식 등 왓슨의 다양한 인공지능 API를 개방해 500여 개의 기업들, 8만여 이상의 개발자들과 지능서비스 생태계를 만들어 나가고 있다. 결국, 새로운 생태계의 성공은 제공하는 서비스의 품질에 좌우될 것이다. 형체가 없는 정보서비스의 품질을 높이기 위해선 다섯가지 서비스 품질 척도를 기억할 필요가 있다. 신뢰성, 보장성, 유형성, 반응성, 공감성이 그것이다. 거한 서비스 품질 요소들은 광범위한 실증연구를 통해 그 유효성이 입증된 것으로 지능서비스(Intelligence as a Service)에 있어서도 여전히 중요하게 고려해야 할 대상이다.

유재홍
소프트웨어정책연구소
선임연구원
jayoo@spri.kr

〈산업에 확산되는 인공지능〉



〈지능서비스(Intelligence as a Service) 품질 요소〉



신뢰성(Reliability)

신뢰성은 지능형 서비스에 있어서 가장 중요하다. 2014년 한 보고에 따르면 IBM 인공지능 솔루션 왓슨은 이미 대장암의 98%, 직장암 96%, 자궁경부암 100%로 정확한 진단을 하고 있으며 미국의 몇몇 의료 기관에서 상용서비스를 시작했다. 또한 온라인콘텐츠 회사인 오토메이티드 인사이트는 인공지능이 기사를 작성하는 로봇 저널리즘을 도입해 2013년에만 총 3억 개의 기사를 생산했고, 월평균 15,000개의 기사를 미국 주요 언론사에 판매했다. 월가에서는 '켄쇼'라는 주식매매SW가 수억원의 연봉을 받는 전문 애널리스트가 일주일에 걸쳐 하는 일을 수분 내에 처리하고 있다.

의료, 언론, 금융, 법률 등 전문적 지식을 요구하는 분야에서 지능기술이 생산해 난 콘텐츠의 신뢰성은 사업 존폐를 결정한다. 지능형 서비스의 신뢰성은 데이터의 신뢰성과 알고리즘의 적합성과 연결된다. 따라서 지능 서비스의 신뢰성을 확보하기 위한 기업의 일차적인 노력은 데이터 확보와 알고리즘 성능을 객관적으로 평가받는 일이다.



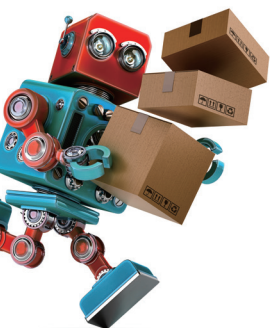
보장성(Assurance)

보장성은 바람직한 결과 제공을 보장하거나 예기치 못한 피해에 보상할 수 있는 능력이다. 보장성은 신뢰성을 보완할 수 있는 중요한 요인이다. 최고의 지식, 고성능 컴퓨팅으로 무장된 지능서비스라 할지라도 완벽한 해결책을 제공하긴 힘들다. 하지만 기대하지 않은 피해에 대한 보상 장치는 필요하다. 가령, 자율주행차의 경우 아무리 기술적으로 완벽하다 할지라도 불가피한 사고로부터 자유로울 수 없다. 얼마전 구글의 자율주행차는 15명이 타고 있던 버스와 접촉 사고를 냈다. 인명피해는 없었지만, 본격적으로 도입될 경우 큰 문제가 될 수 있다. 보험, 손해배상, 사후처리가 대표적 보상 장치다. 지능서비스도 이러한 보장·보상 체계를 갖추으로써 신뢰성은 더 높아질 수 있다. 인공지능 의사가 오진을 했을때, 인공지능 투자로봇이 막대한 손실을 보았을 때, 무인폭격기가 아군을 오인 사격했을 때, 이에 대한 보상 장치가 없다면 서비스 이용을 주저할 수 밖에 없다.

유형성(Tangibility)

유형성이란 서비스를 제공하는 주체의 물리적인 시설이나 외형을 의미한다. 서비스라는 것은 본질적으로 형체가 없다. 하지만 서비스를 경험한 이용자는 서비스에 대한 이미지를 갖게 된다. 대체로 종업원의 친절한 미소나 매장의 분위기 등 서비스와 관련된 어떠한 실체로부터 이미지를 찾게 된다. SW는 대표적인 무형 서비스이다. 이세돌을 불계승으로 이긴 구글의 인공지능 알파고(AlphaGo)를 떠올리면 어떠한 이미지가 나타나는가? 그 이미지에 투영된 감정이 서비스에 대한 태도를 결정한다. 아마 사람들이 알파고에 대한 부정적이며 반감을 갖게 되었다면, 알파고가 이긴 후 TV화면에 나타난 어둡고 차가운 기계의 이미지가 한몫했을 것이다. 소프트뱅크는 감정인식 인공지능을 탑재한 인공지능로봇 페퍼를 생산하고 있다. 어른 허리춤 정도의 작은 키, 둥글고 하얀 몸체와 큰 눈망울 등 귀엽고 양증맞은 외형으로 '반려로봇'의 이미지를 구축하고 있다. 실체가 없는 지능서비스는 인포그래픽, 로고, 캐릭터 제작 등 서비스를 시각화함으로써 이용자에게 친근하게 다가가는 전략이 필요하다. 인공지능에 대해 막연한 두려움과 공포감을 갖고 있는 일반들에게 그러한 감정을 상쇄시키기 위해선 유형성 확보 전략이 효과적이다.

〈인공지능의 이미지는?〉



반응성(Responsiveness)

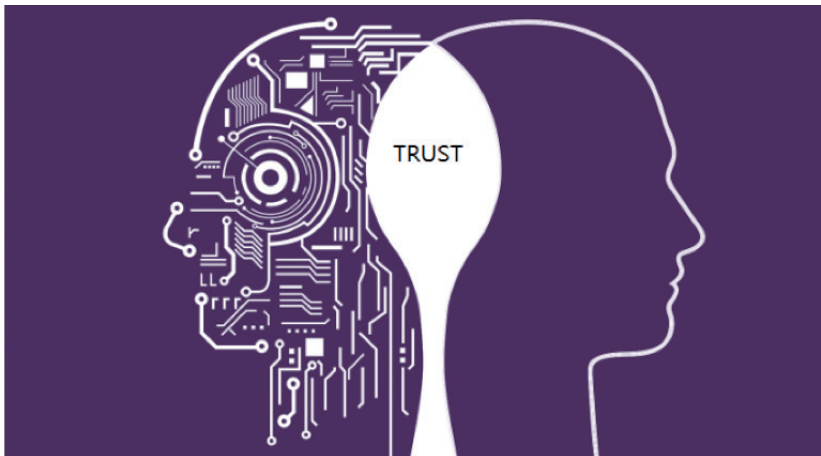
서비스 품질에 있어 반응성이란 고객 응대를 의미한다. 기민하고 정확하며 친절한 대응은 고객 만족을 가져온다. 온라인 서비스의 경우는 반응성은 기술적 문제와 연결된다. 요청하는 질의에 빠른 응답은 네트워크의 속도, 컴퓨팅 성능, 처리해야할 데이터의 양에 따라 달라진다. 알파고(AlphaGo)가 대단하다고 평가 받는 이유는 사실상 완벽한 경우의 수 분석이 불가능한 바둑에서 한정된 컴퓨팅 자원으로 주어진 시간 내에 승률이 높은 수를 찾았다는 것이다. 근사적 값이라 하더라도 수용가능한 수준의 답을 제공하고, 그것으로 다시 학습의 데이터로 삼는 방식으로 서비스를 점진적으로 진화시키는 전략을 검토할 필요가 있다.

공감성(Empathy)

마지막으로 공감성은 이용자에 대한 정확한 이해를 의미한다. 즉, 이용자가 처한 상황, 문제(Pain Points)를 정확히 파악하고 그것에 대한 해결책을 제안하는 능력이다. 개인의 선호, 취향, 상황, 문제를 파악하면 선택 가능성이 높은 대안을 제공할 수 있고, 그 대안이 채택될 확률이 높다. 음악추천 서비스, Netflix의 영상 추천 프로그램, Amazon의 제품 추천 기능들이 이용자에 대한 이해를 바탕으로 구현된 기술이다. 최근 주목 받고 있는 정량화된 자아(Quantified-Self) 기술은 인간을 각종 데이터로 정의하고자 하는 연구다. 여기에는 생체 정보, 식습관 정보, 수면 정보, 의료 정보, 각종 소셜미디어 정보까지 결합되어 개인을 정의한다. 특히, 의료 정보에 대한 광범위한 정량화 작업을 통해 이상 징후의 조기 발견, 맞춤형 치료, 치료 예후의 모니터링으로 수명 연장의 꿈이 실현될 것으로 기대를 모으고 있다.



〈신뢰성이 지능경제의 핵심 경쟁력〉



인공지능이 모든 산업의 범용 생산 요소로 자리매김 하는 것은 시간문제다. 이러한 의미에서 모든 기업은 SW 기업이 될 것이다. 결국 SW의 가치는 서비스 형태로 전달된다. 서비스 품질의 제고 관점에서 기업 전략의 재검토가 필요한 이유다. 결과물의 신뢰성을 어떻게 확보할 것인지? 예상치 못한 오류와 피해를 어떻게 보상할 것인지? 무형의 지능서비스를 어떻게 가시적으로 보여줄 것인지? 결과물의 정확성과 빠른 응답 속도라는 두 마리 토끼를 어떻게 잡을 것인지? 그리고 이용자를 보다 종합적으로 이해하기 위한 데이터의 수집, 분석은 어떻게 가져갈지? 지능경제시대는 이러한 질문들에 착실히 답을 준비한 기업들의 독무대가 될 것이다. ■



지능사회 대응 특례법 제정 시급하다



인공지능사회의 모습은 인공지능과 인간이 싸우는 것이 아니라 공존하는 모습이어야 한다. 그렇지만 일자리를 로봇이 대체한다거나 하는 부정적인 인식은 가장 기본적인 가치에 대한 도전으로 이해될 수 있기 때문에 이에 대한 정치적 대응이 무엇보다 요구된다. 역사는 기계와의 대립의 사례를 러다이트운동으로 기록하고 있다. 사회적 합의와 인식개선이 필요한 이유이다. 준비되지 않는 인공지능 사회에서 인간은 또 다른 대체재가 될 수 있기 때문이다.

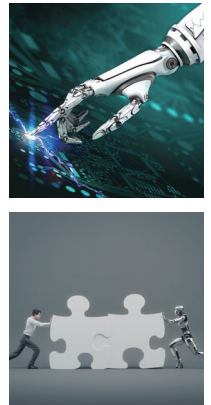
인공지능 시대에 인간이 선택할 수 있는 가장 바람직한 선택 중 하나는 인공지능을 팀원으로 받아들이는 것이다. 기업과 병원에서 인공지능으로 구현된 동료를 채용하고, 동료로서 로봇의 기능을 활용하는 것이다. 복지와 지원이라는 원래 의도했던 로봇의 역할을 부여할 수 있기 때문에 긍정적으로 평가될 수 있다. '지능형로봇법'은 사회적 약자에 대한 지능형 로봇의 보급과 촉진에 관한 규정을 두고 있다. 정부는 장애인·노령자·저소득자 등 사회적 약자들이 지능형 로봇을 자유롭게 이용할 기회를 누리고 혜택을 누릴 수 있도록 해야 한다. 이를 위해 지능형 로봇의 사용 편의성 향상 등을 위한 개발 및 보급 촉진에 필요한 대책을 마련할 책무가 부여되었다. 이처럼 인공지능로봇은 사람을 위한 역할을 기본적인 역할로 부여되고 있음을 알 수 있다.

김윤명
소프트웨어정책연구소
선임연구원
infolaw@spril.kr

인공지능을 구현하는 소프트웨어(SW)는 산업적이지만 궁극적으로는 사람과 인류를 위한 문화여야 한다. 그런 의미에서 로봇은 가장 인간적인 대상이 될 수 있다. 이를 위해 우리는 로봇이 도구라는 인식에서 벗어나 인간과 관계할 수 있도록 준비해야 한다. 또 인공지능을 프로그래밍하는 엔지니어와 이를 둘러싼 이해관계자들의 윤리적 수준이 담보돼야 할 것이다. 인공지능에 대한 윤리적 고민의 결과가 단순한 법제의 정비가 아닌 어떠한 철학이 로봇과 인공지능에 적용돼야 할 지에 대해 깊은 연구가 전제되어야 한다. 단순한 사고 처리를 위한 알고리즘이 아닌 사람을 포함한 대상에 대한 인간적인 판단이 이뤄져야 하기 때문이다. 결국, 그 자체가 SW이며 다양한 네트워크의 연결로 구조화될 인공지능에 대한 고민은 SW에 대한 이해와 사람에 대한 근본적인 철학적 질문으로부터 시작돼야 할 것이다.

따라서 인공지능 시대에 대한 전반적인 법적 틀을 정비하는 것도 필요하다. 로봇저널리즘처럼 로봇이 만들어 낸 결과물에 대한 귀속관계나 자율주행차의 트롤리딜레마가 논란이지만, 인간을 대신할 로봇이라는 넓은 의미에서의 법률 검토가 필요하다. 인공지능이 우리 사회에 미칠 영향은 예측하기가 쉽지 않다. 인공지능이 어떠한 모습으로 진화할 것인지 확인할 수 있는 것이 아니기 때문이다. 인공지능이 사회 전반적으로 미칠 수 있는 영향에 대한 대응방안이 마련될 필요가 있다. 인공지능에 의해 발생할 수 있는 사고의 피해가 작지 않을 것으로 예상되기 때문이다. 인공지능이 사회에 미치는 영향과 분쟁에 대해 대응할 수 있는 입법론적 고려도 필요하다. 이를 위해 가칭 '지능사회 대응을 위한 특례법'의 제정을 제안하고자 한다. 선례로는 2000년 문제의 해결을 위해서 1999년에 제정된 '컴퓨터 2000년 문제의 해결에 관한 촉진법'이 제정돼 역할을 한 바 있기 때문에 고려할 방법이라고 생각한다. 물론 '지능사회 대응을 위한 특례법'이 특정 결과를 의도해서는 안된다.

법이 기술이나 사회현상을 따르지 못한다는 비판은 어느 정도 타당성을 가진다. 다만, 법이 선도적으로 기술을 시뮬레이션하여 대응하는 것은 법적 안정성이라는 측면에서 문제가 될 수 있다. 확정되지 않은 현상과 기술에 대해 법적으로 재단할 경우, 기술이나 현상에 대한 유연성이 떨어질 수 있기 때문이다. 이러한 접근법은 기술의 발전에 저해되며 자칫 규제로 작용할 수 있다는 한계를 지닌다. 기술현상에 대해서는 정책적 접근을 통해 유연하게 대응하는 것이 타당하다. 다만, 이를 위해 인공지능을 포함한 지능형 SW로 인해 발생할 수 있는 문제 연구와 대응, 지능형 SW에 의한 의사표시의 문제, 다른 법률과의 관계를 검토 및 개정할 수 있는 근거 규정 등을 둘 필요가 있다. 지금은 인공지능에 대한 막연한 기대나 우려가 아닌 현실적인 준비가 필요한 때다. ■



본 칼럼은 디지털타임스 2016.4.11일자에 게재된 글입니다.

http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2016041202102351803001





SW관련 분쟁해결을 위한 ADR 현황과 시사점

- SW사업 중 발생하는 작지 않은 분쟁을 해결하는 방식은 여러 가지가 있으며, 대표적으로 소송을 통해 문제를 해결하나 서로 협의를 통해 합의점을 찾아가는 방법도 가능
- 헌법은 재판받을 권리를 인정하고 있으며, 3심제를 둬으로써 합리적인 판단이 내려질 수 있도록 제도화하고 있음
 - 물론 배심원제도를 두어 죄의 유무를 배심원들이 판단토록 함으로써 객관성을 유지토록 하고 있음. 참고로 특이점이 도래할 경우 인공지능(AI)이 대체할 수 있는 직업에 판사가 포함되는 것은 법원의 판단은 상당히 정형화되어있기 때문이라고 할 것임
- 분쟁 해결은 소송만이 아닌 전문적인 기관을 통해 해결할 수도 있으며, 많은 법률에서 소송이 아닌 대체적 또는 대안적 분쟁조정제도(Alternative Dispute Resolution, ADR)를 도입하고 있음
 - ADR은 소송과 대비하여 여러 가지 장점을 갖고 있다는 점에서 활용가능성이 높아지고 있는 것이 사실. 다만 당사자 어느 일방이 조정을 거부하는 경우에는 진행되기 어렵고, 조정이 진행되어 조정부가 조정안을 제시하더라도 조정안이 거부될 수 있다는 점에서 어느 정도 한계를 가지고 있음
- SW중심사회에서도 분쟁해결의 한 가지 방법으로서 조정제도는 의미가 있다고 보며, 여러 가지 법률에 근거하고 있는 조정제도에 대한 현황을 살펴보고자 함

■ 분쟁조정제도

조정의 의미

- 소송에 의한 분쟁해결은 당사자간 상당한 시간과 비용이 소요되기 때문에 소송 외에 화해, 조정, 중재 등 대안적 분쟁해결 방법이 자주 이용
- 대안적 분쟁해결방법의 하나인 조정제도는 당사자의 상호 양보를 통한 해결방안을 제시함으로써 소송보다 더 유연하게 분쟁을 처리하고 분야별 전문가가 직접 참여함으로써 전문성을 확보할 수 있는 제도⁽¹⁾
- ADR의 유형에는 민간에서 진행하는 유형, 법원에서 진행하는 유형, 행정기관 등에서 진행하는 유형 등 3가지로 나누는 것이 통상적임
 - 사법 ADR, 행정 ADR, 민간 ADR 등으로 구분할 수 있으며, 대체적으로 행정 ADR은 행정기관 내지 행정기관의 산하기관에서 설치되어 운영되는 경우를 의미
 - 개인정보, 정보보호, 저작권, 전자거래 등이 대표적인 행정 ADR이라고 할 수 있을 것임
- 일반적인 협상이 당사자간의 문제를 합의하는 것이라면, 조정은 전문적인 제3자가 개입하여 분쟁해결을 지원하는 체계로 이해할 수 있을 것임

조정제도의 가치

- 조정은 소송을 통해서 문제를 해결하는 것이 아닌 당사자간의 합의를 유도하는 작용을 하기 때문에 공동체의 통합을 이끌어낼 수 있다는 점에서 사회통합적 가치를 부여할 수 있음⁽²⁾
- 조정은 당사자간의 합의가 전제되기 때문에 법상 분쟁조정제도가 명시적으로 규정되어있다고 하더라도, 재판받을 권리를 제한하는 것으로 보기 어렵다고 할 것임
 - 조정에 있어서 합의는 조정절차의 진행에 대한 합의와 조정결과에 대한 합의가 있기 때문에 오히려 사적 자치원칙(私的自治原則)을 충실히 따른다고 볼 수 있음



소송과의 관계

- 소송을 위해서는 전문적인 대리인을 선임하여야 하고 이에 따른 비용이 소요되나, 조정은 소송과 달리 비용과 시간을 절감할 수 있다는 장점을 가짐
 - 즉, 소송에 의한 분쟁해결방식은 그 처리기간이 비교적 장기간이며, 비용도 과다하다는 것이 단점임. 대안적 분쟁해결제도는 보다 신속하게 분쟁해결을 기대할 수 있고, 비용이 저렴하며 분쟁해결절차도 법원의 소송에 비해 간편하다는 장점이 있음
- 아래 산업기술분쟁조정위원회에서 밝히는 바와 같이, ADR은 신속성, 비밀성, 경제성, 자율성 및 전문성까지도 확보할 수 있다는 점에서 장점으로 작용



(1) 대안적(소송외적) 분쟁해결제도란 분쟁의 발생 시 제3자가 관여하거나 또는 관여 없이 당사자 쌍방의 자율적 의사 및 합의에 의하여 분쟁을 해결하는 방식으로서 법원의 소송제도에 의한 분쟁해결방식을 보완해 줌. 이인용, 정보보호산업의 진흥에 관한 법률안 검토보고서, 미래창조과학부통신위원회, 2014.11. 23면.

(2) 조정제도 갖는 사회통합적 가치에 대해서는 조흥준, ADR의 사회통합적 기능, 저스티스 제134-3호, 2013.2., 187면 이하 참조.



출처 : 산업기술분쟁조정위원회

조정의 효력 및 그 한계

● 일반적인 효력

- 분쟁조정위원회가 제시한 조정안에 대하여 당사자가 수락하여 조정조서가 유효하게 작성되면, 해당 조정의 내용은 재판상 화해와 동일한 효력을 갖게 됨
- 민사소송법상 재판상 화해는 확정판결과 동일한 효력이 있으므로, 분쟁조정위원회에 의한 조정의 효력은 확정판결과 동일한 효력을 갖게 되므로 조정의 당사자는 조정내용의 흠을 이유로 취소나 무효의 주장을 할 수 없고, 조정내용에 불복하여 소를 제기할 수도 없음⁽³⁾

〈민법상 화해와 재판상 화해의 차이점〉

구분	민법상 화해(법률행위)	재판상 화해(소송행위)
효력	· 합의후에도 파기하고 소송제기 가능	· 확정판결과 동일한 효력 · 강제집행 행사 가능
관련	· 전자거래분쟁조정위원회 · 개인정보분쟁조정위원회	· 콘텐츠분쟁조정위원회 · 소비자분쟁조정위원회 · 저작권분쟁조정위원회

● 한계

- 분쟁조정은 어느 일방인 조정을 거부하거나 조정안에 대해 합의하지 않을 경우 성립이 되지 않음. 즉, 조정 자체에 대한 강제성이 없기 때문에 조정을 거부할 수 있는 것임⁽⁴⁾
- 거부된 경우에는 소송을 통해 분쟁해결을 할 수밖에 없어, 경우에 따라서는 조정과정이 문제해결에 도움이 되지 않을 수도 있음

(3) 이인용, 정보보호산업의 진흥에 관한 법률안 검토보고서, 미래창조과학방송통신위원회, 2014.11, 25~26면.

(4) 분쟁해결 결과에 대한 이행 강제력이 없기 때문에, 어느 일방이 합의사항을 이행하지 않는 경우에는 분쟁당사자는 다시 법원에 제소해야 한다는 단점도 있음. 이인용, 정보보호산업의 진흥에 관한 법률안 검토보고서, 미래창조과학방송통신위원회, 2014.11, 24면.

- 행정 ADR의 경우에는 행정적 규제를 배경으로 행정이 후견적 관여를 함으로써 중립·공평한 ADR기관이라고 할 수 없다는 단점으로 지적되기도 함⁵⁾

● 평가

- 이러한 한계에도 불구하고, 국내에서는 ADR이 이루어질 수 있는 다양한 위원회가 설치되어있다는 점에서 그 실효성이 담보되고 있음을 알 수 있음
- 간략하게 행정형 ADR의 현황에 대해 다음과 같이 정리할 수 있을 것임



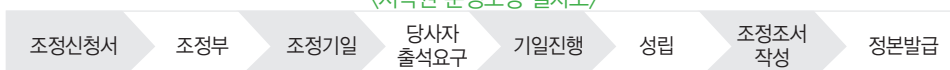
〈국내 행정형 ADR 설치 및 운영 현황⁶⁾〉

분야	조정위원회
건설분야	건설분쟁조정위원회(건설산업기본법), 건축분쟁전문위원회(건축법), 공동주택관리분쟁조정위원회(주택법)
교통분야	공제분쟁조정위원회(여객자동차 운수사업법), 자동차보험수가분쟁심의회(자동차손해배상보장법)
환경분야	환경분쟁조정위원회(환경분쟁조정법), 원자력손해배상심의회(원자력손해배상법)
소비자분야	소비자분쟁조정위원회(소비자기본법), 전자거래분쟁조정위원회(전자거래기본법), 금융분쟁조정위원회(금융위원회의 설치 등에 관한 법률), 의료심사조정위원회(의료법), 우체국보험분쟁조정위원회(우체국 예금·보험에 관한 법률)
정보통신분야	개인정보분쟁조정위원회(정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률)
교육분야	학교교육분쟁조정위원회(교원예우에 관한 규정), 학교폭력대책기획위원회(학교폭력예방 및 대책에 관한 법률)
지재권분야	산업재산권분쟁조정위원회(발명진흥법), 인터넷주소분쟁조정위원회(인터넷주소자원에 관한 법률), 한국저작권위원회(저작권법), 배치설계심의조정위원회(반도체집적회로의 배치설계에 관한 법률)
언론분야	언론중재위원회(언론중재 및 피해구제 등에 관한 법률)
농업분야	환지심의위원회(농어촌정비법), 농어업재해보험심의회(농어업재해보험법)
노동분야	노동위원회 소속 분쟁조정위원회(노동조합 및 노동관계조정법), 교원노동관계조정위원회(교원의 노동조합 설립 및 운영 등에 관한 법률)
기타분야	유통분쟁조정위원회(유통산업발전법), 광업조정위원회(광업법), 국가인권위원회 소속 분쟁조정위원회(국가인권위원회법)

■ ADR 현황과 주요 내용

한국저작권위원회

〈저작권 분쟁조정 절차도〉



⁵⁾ 김상찬, 우리나라 행정형 ADR제도의 활성화 방안, 법학연구 제46집, 2012.5, 223면.

⁶⁾ 조용혁 외, 온라인광고 분쟁조정제도 도입방안, 한국인터넷광고심의회, 2009, 28~29면.

개요



- 저작권과 그 밖에 이 법에 따라 보호되는 권리(이하 이 장에서 "저작권"이라 한다)에 관한 사항을 심의하고 저작권에 관한 분쟁(이하 "분쟁"이라 한다)을 알선·조정하며, 권리자의 권리증진 및 저작물 등의 공정한 이용에 필요한 사업을 수행하기 위하여 한국저작권위원회(이하 "위원회"라 한다)를 두도록 규정(제112조)
 - 위원회는 위원장 1명, 부위원장 2명을 포함한 20명 이상 25명 이내의 위원으로 구성
 - 위원회의 분쟁조정업무를 효율적으로 수행하기 위하여 위원회에 1인 또는 3인 이상의 위원으로 구성된 조정부를 두되, 그 중 1인은 변호사의 자격이 있는 자이어야 함
- 분쟁의 조정을 받으려는 자는 신청취지와 원인을 기재한 조정신청서를 위원회에 제출하여 그 분쟁의 조정을 신청할 수 있으며, 분쟁의 조정은 조정부가 진행
- 조정절차는 비공개를 원칙으로 하며, 조정부장은 당사자의 동의를 얻어 적당하다고 인정하는 자에게 방청을 허가할 수 있음
- 조정절차에서 당사자 또는 이해관계인이 한 진술은 소송 또는 중재절차에서 원용하지 못함
- 조정은 당사자 간에 합의된 사항을 조서에 기재함으로써 성립. 조서는 재판상의 화해와 동일한 효력이 있음. 다만 당사자가 임의로 처분할 수 없는 사항에 관한 것은 그러하지 아니함
- 조정비용은 신청인이 부담. 다만, 조정이 성립된 경우로서 특약이 없는 때에는 당사자 각자가 균등하게 부담

〈저작권 분쟁조정 신청비용〉

조정 신청금액	기준	조정비용
1백만 원 미만	1건당	10,000원
1백만 원 이상 ~ 5백만 원 미만	-	30,000원
5백만 원 이상 ~ 1천만 원 미만	-	50,000원
1천만 원 이상	-	100,000원
금액으로 환산할 수 없는 사건	-	50,000원

출처 : 한국저작권위원회(2016)

조정 대상

- 기본적으로 한국저작권위원회의 조정대상은 저작권과 관련된 이용문제에 한정됨. 저작권법상 저작물은 다음과 같이 예시되어 있으나 한정적인 것이 아니기 때문에 여기에 포함되지 않은 유형도 대상이 될 수 있음

〈저작물의 예시〉

1. 소설·시·논문·강연·연설·각본 그 밖의 어문저작물
2. 음악저작물
3. 연극 및 무용·무연극 그 밖의 연극저작물
4. 회화·서예·조각·판화·공예·응용미술저작물 그 밖의 미술저작물
5. 건축물·건축을 위한 모형 및 설계도서 그 밖의 건축저작물
6. 사진저작물(이와 유사한 방법으로 제작된 것을 포함한다)
7. 영상저작물
8. 지도·도표·설계도·약도·모형 그 밖의 도형저작물
9. 컴퓨터프로그램저작물



현황

- 전자거래분쟁조정위원회는 전자거래분쟁을 신속하고 공정하게 해결하기 위하여 「전자거래기본법」 제32조에 근거하여 2004년 4월 12일 정보통신산업진흥원(구 한국전자거래진흥원)내에 설치되었다가, 인터넷진흥원에 이관됨
- 전자거래분쟁위원회의 조정대상은 소비자와 전자거래기업간(B2C), 개인간(C2C), 전자거래기업 상호간(B2B) 분쟁 등 전자거래 관련 모든 분쟁
- 위원회는 위원장 1인을 포함한 15인 이상 50인 이하의 위원으로 구성되며, 조정위원은 미래부장관이 임명
- 전자거래 관련 분쟁이 발생하고 당해 분쟁의 이해관계인이 위원회에 조정신청을 하면, 위원장은 그 신청을



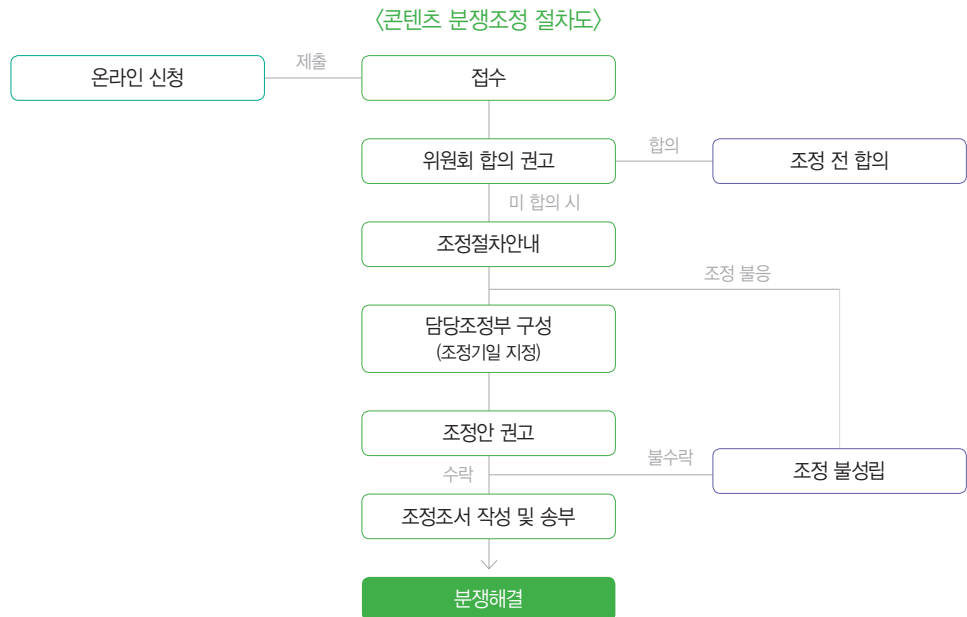
받은 때에 즉시 관계당사자에게 그 내용을 통지하고 합의 및 조정에 응할 것을 권고하게 됨. 관계당사자가 조정
에 응하거나 분쟁당사자간 합의가 10일 이내에 이루어지지 않은 때에 담당조정부를 구성. 담당조정부가 구성
되면, 대면 또는 사이버조정을 통해 조정안을 작성하여 분쟁당사자들에게 수락권고를 하게 됨

- 이해관계인이 조정안을 수락한 경우에는 조정조서가 작성되어 조정이 성립. 조정기한은 45일이며, 조정이
성립되어 분쟁당사자가 기명날인한 조정조서는 분쟁당사자간의 합의와 동일한 효력
- 조정방법은 대면조정과 사이버조정이 사용되고 있는데, 대면조정은 특수하고 복잡한 사안의 경우 당사자
들이 조정장소에 출석·대면하여 절차를 진행하고, 사이버조정은 온라인채팅시스템 또는 음성화상조정시스
템으로 진행하며 사이버조정센터(www.ecmc.or.kr)에 접속하여 사이버상에서 절차의 전부 또는 일부를
진행함으로써 기한단축 및 제반비용과 시간을 절감. 이러한 점은 분쟁당사자간 지역·시간·장소의 제한 없
이 실시간 조정이 가능한 것이 장점

대상

- 전자거래는 B2B 내지 B2C를 포괄하는 개념이기 때문에 전자상거래를 통해 이루어지는 상거래는 포괄적
으로 적용될 수 있을 것임
- 소프트웨어 내지 정보보호의 경우도 이용자가 소프트웨어나 정보보호 제품을 전자거래 방식으로 구입하여
이용하는 경우도 있기 때문에 이러한 경우, 전자거래분쟁조정이나 정보보호분쟁조정을 선택할 수 있을 것임

콘텐츠분쟁조정위원회



현황

- 콘텐츠사업자 간, 콘텐츠사업자와 이용자 간, 이용자와 이용자 간의 콘텐츠 거래 또는 이용에 관한 분쟁을
조정(調停)하기 위하여 콘텐츠분쟁조정위원회(이하 "조정위원회"라 한다)를 둔. 다만, 저작권과 관련한 분쟁
은 「저작권법」에 따르며, 방송통신과 관련된 분쟁 중 「방송법」 제35조의3에 따른 분쟁조정의 대상(같은 법
제2조제27호에 따른 외주제작사가 분쟁의 당사자인 경우는 제외한다)이 되거나 「전기통신사업법」 제45조
에 따른 재정의 대상이 되는 분쟁은 각각 해당 법률의 규정에 따름



- 조정위원회의 업무를 지원하기 위하여 「문화산업진흥 기본법」 제31조에 따른 한국콘텐츠진흥원에 사무국을 둠
- 콘텐츠사업 또는 콘텐츠 이용과 관련한 피해의 구제와 분쟁의 조정을 받으려는 자는 조정위원회에 분쟁의 조정을 신청할 수 있음. 다만, 다른 법률에 따라 분쟁조정을 신청하였거나 분쟁조정이 완료된 경우는 제외
 - 조정위원회는 분쟁조정 신청을 받은 날부터 60일 이내에 조정안을 작성하여 분쟁당사자에게 권고하여야 함. 다만, 부득이한 사정으로 그 기한을 연장하려는 경우에는 그 사유와 기한을 명시하고 분쟁당사자에게 통보
- 조정위원회는 분쟁조정에 필요한 자료를 제공할 것을 분쟁당사자, 콘텐츠사업자 또는 참고인(이하 '분쟁당사자'등이라 한다)에게 요청할 수 있음. 이 경우 해당 분쟁당사자 등은 정당한 사유가 없으면 이에 응하여야 함
 - 조정위원회는 필요하다고 인정하는 경우에는 분쟁당사자 등으로 하여금 조정위원회에 출석하게 하여 그 의견을 들을 수 있음
- 조정위원회는 조정안을 작성한 때에는 지체 없이 각 당사자에게 제시하여야 함. 조정안을 제시받은 당사자는 그 제시를 받은 날부터 5일 이내에 그 수락 여부를 조정위원회에 통보하여야 함
 - 당사자가 조정안을 수락하였을 때에는 조정위원회는 당사자 사이에 합의된 사항을 기재한 조정서를 작성하여야 함
 - 당사자가 조정안을 수락하고 조정위원회가 조정서를 작성하여 당사자에게 통보한 때에는 그 분쟁조정 내용은 재판상 화해와 동일한 효력
- 조정위원회의 분쟁조정 업무에 종사하는 자 또는 종사하였던 자는 그 직무상 알게 된 비밀을 타인에게 누설하거나 직무상 목적 외의 목적으로 사용하여서는 아니 됨. 다만 다른 법률에 특별한 규정이 있는 경우에는 그러하지 아니함

대상

- 콘텐츠분쟁조정위원회는 콘텐츠와 관련된 내용의 분쟁조정을 대상으로 하며, 게임, 음악, 캐릭터, 방송콘텐츠 등 콘텐츠의 제작과 이용에서 발생하는 분쟁 사례가 여기에 해당
- 다만, 저작권과 관련한 분쟁은 「저작권법」에 따르며, 방송통신과 관련된 분쟁 중 「방송법」 제35조의3에 따른 분쟁조정 대상(같은 법 제2조 제27호에 따른 외주제작사가 분쟁의 당사자인 경우는 제외한다)이 되거나 「전기통신사업법」 제45조에 따른 재정의 대상이 되는 분쟁은 각각 해당 법률의 규정에 따르도록 하고 있음
 - 방송콘텐츠라고 하더라도 저작권과 관련된 분쟁내용이라고 한다면, 저작권위원회의 조정을 통해 해결토록 하고 있음

소프트웨어하도급분쟁조정협의회

설치의 법적 근거

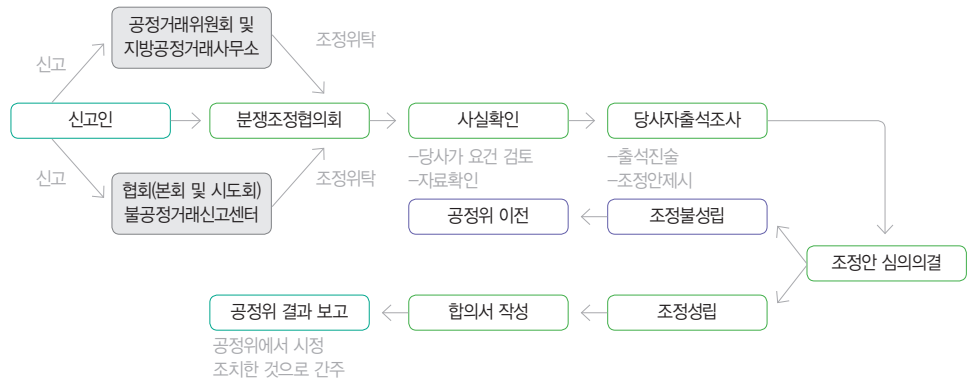
- SW하도급 불공정거래행위에 따른 분쟁의 신속하고 자율적인 해결을 도모하기 위하여 「하도급거래공정화에 관한 법률」 제24조 및 동법시행령 제7조에 의거 97년 3월 한국소프트웨어산업협회에 설치

기능 및 구성

- 소프트웨어하도급분쟁조정협의회(이하 '협의회'라 함)는 하도급거래의 당사자인 원사업자와 수급사업자가 상호보완적으로 균형있게 발전할 수 있도록 하도급거래 분쟁의 내용에 대해 사건 분쟁 당사자들이 자율적이고 합리적으로 분쟁을 해결하도록 조정하는 기구로서 공정한 경쟁과 올바른 경쟁질서를 구축하기 위한 자율조정기구의 기능을 담당

- 협의회는 분쟁사건을 심의·의결하는 조정위원들과 분쟁사건에 대한 조사, 행정업무를 주관하는 사무국으로 구성
- 조정위원(위원 9인), 공익대표(3인), 원사업자 대표(3인), 수급사업자 대표(3인)
- 사무국 : 분쟁조정 사건에 대한 조사, 예산, 행정, 일반사무 업무 주관

분쟁조정 절차



정보보호산업 분쟁조정위원회

현황

- 정보보호제품 및 정보보호서비스의 개발·이용 등에 관한 분쟁을 조정(調停)하기 위하여 정보보호산업 분쟁조정위원회(이하 "조정위원회"라 한다)를 두도록 규정. 다만, 저작권과 관련한 분쟁은 「저작권법」에 따르며, 방송통신과 관련된 분쟁 중 「방송법」 제35조의3에 따른 분쟁조정의 대상이 되거나 「전기통신사업법」 제45조에 따른 재정의 대상, 「개인정보 보호법」 제40조에 따른 조정의 대상이 되는 분쟁은 각각 해당 법률의 규정에 따름
- 조정위원회는 위원장 1명을 포함한 10명 이상 30명 이하의 위원으로 구성
- 정보보호제품 및 정보보호서비스의 이용 등과 관련한 피해의 구제와 분쟁의 조정을 받으려는 자는 조정위원회에 조정을 신청할 수 있음. 다만, 다른 법률에 따라 분쟁조정을 신청하였거나 분쟁조정이 완료된 경우는 제외
 - 조정위원회는 분쟁조정 신청을 받은 날부터 60일 이내에 조정안을 작성하여야 함. 다만, 부득이한 사정으로 그 기한을 연장하려는 경우에는 그 사유와 기한을 명시하고 분쟁당사자에게 통보
- 조정위원회는 제26조 제2항에 따라 조정안을 작성하면 지체 없이 각 당사자에게 제시하여야 함. 조정안을 제시받은 당사자는 그 제시를 받은 날부터 15일 이내에 그 수락여부를 조정위원회에 통보하여야 하며, 이 경우 당사자가 15일 이내에 수락여부를 통보하지 아니하면 조정을 거부한 것으로 간주
 - 당사자가 조정안을 수락하였을 때에는 조정위원회는 당사자 사이에 합의된 사항을 기재한 조정서를 작성
 - 당사자가 조정안을 수락하고 조정위원회가 조정서를 작성하여 당사자에게 통보한 때에는 당사자 간에 조정안과 동일한 내용의 합의가 성립된 것으로 간주
- 조정위원회는 분쟁의 성질상 조정위원회에서 조정하는 것이 적합하지 아니하다고 인정하거나 부정한 목적으로 조정이 신청되었다고 인정하는 경우에는 해당 조정을 거부할 수 있음. 이 경우 조정 거부 사유 등을 신청인에게 통보하여야 함

- 신청된 조정사건의 처리 중에 한쪽 당사자가 소를 제기한 경우에 조정위원회는 그 조정을 중지하고 그 사실을 양쪽 당사자에게 통보하여야 함

대상

- 정보보호제품 및 정보보호서비스의 이용 등과 관련한 피해의 구제와 분쟁의 조정을 받으려는 자는 조정위원회에 조정을 신청할 수 있음. 다만, 다른 법률에 따라 분쟁조정을 신청하였거나 분쟁조정이 완료된 경우는 제외
- 조정위원회는 분쟁조정 신청을 받은 날부터 60일 이내에 조정안을 작성하여야 함. 다만, 부득이한 사정으로 그 기한을 연장하려는 경우에는 그 사유와 기한을 명시하고 분쟁당사자에게 통보
- 저작권과 관련한 분쟁은 「저작권법」에 따르며, 방송통신과 관련된 분쟁 중 「방송법」 제35조의3에 따른 분쟁 조정의 대상이 되거나 「전기통신사업법」 제45조에 따른 재정의 대상, 「개인정보 보호법」 제40조에 따른 조정의 대상이 되는 분쟁은 각각 해당 법률의 규정에 따름

■ 시사점

- 저작권, 정보보호, 전자거래, 콘텐츠 분야 등 다른 산업분야에서도 조정제도를 활성화하고 있으며, 법원에서도 조정을 권고하는 경향이 있기 때문에 조정을 통한 분쟁해결은 당사자간에도 긍정적으로 작용하고 있는 것으로 평가됨
- 현재 명시적으로 소프트웨어와 관련된 분쟁조정기구는 설치되어있지 아니함. 다만 2003년 소프트웨어 산업진흥법에 소프트웨어사업분쟁조정위원회가 설치된 바 있으나, 2009년 법개정에 따라 조정위원회가 폐지된 바 있음
 - 2015년 제정된 소프트웨어 분야의 하위 분야로 볼 수 있는 정보보호산업진흥법에서는 정보보호산업 분쟁조정위원회를 설치하도록 규정하고 있다는 점에서 차이가 있음
- 소프트웨어 관련 분쟁해결을 위해서는 저작권위원회, 전자거래분쟁조정위원회 및 정보보호와 직접적인 관련이 있는 경우에는 정보보호산업 분쟁조정위원회에서 진행할 수 있을 것으로 보임
 - 다만 세부적인 사안의 경우에 관할이 명확하지 않을 수 있기 때문에 기관간 MOU 등을 통하여 조정사건을 이관하는 방안을 고려하는 것도 효율적 운영이라는 관점에서 중요
- SW관련 분쟁을 ADR과 같은 전문적인 기구를 통해 해결함으로써 관련 산업의 발전을 위한 중요한 수단이 될 수 있음
- 끝으로, 이해당사자간 적극적인 분쟁조정 의지를 가지는 것이 무엇보다 중요하다고 보며, 이를 뒷받침할 수 있는 법제도의 정비가 필요하다고 판단됨 ■



참고문헌

- * 김민호 외, 클라우드 서비스 자율분쟁 조정기구 설립·운영방안에 관한 연구, 방송통신정책연구 11-진흥-라-21, 2012
- * 김상찬, 우리나라 행정형 ADR제도의 활성화 방안, 법학연구 제46집, 2012.5
- * 이인용, 정보보호산업의 진흥에 관한 법률안 검토보고서, 미래창조과학방송통신위원회, 2014.11
- * 조홍준, ADR의 사회통합적 기능, 저스티스 제134-3호, 2013.2



국내 SW영재교육의 현재

- SW영재 발굴 및 육성은 국가적으로 중요한 과제이나, 국내 SW공교육의 침체에 따라 SW영재교육은 더 어려워진 상황
- '18년 시행 예정인 SW정규교육을 기반으로, 체계적이고 전문성있는 SW영재교육이 전국적으로 고루 이루어질 수 있도록 정책적 지원 필요

■ 국내 SW영재교육 배경

- 1998년부터 정보과학 영재교육 시작
 - 1998년 (구)정보통신부 지원으로 대학부설 영재교육원에서 정보분야 영재교육 시작
 - 2005년 이후 시·도교육청 영재교육원(2005년 이후)에 정보과학 영재교육 운영 확대
- 학교 내 SW교육 쇠퇴와 교육부의 사교육방지책(2009) 이후, 정보과학 분야 영재교육 축소
 - '09년 이후, 정보 교과와 비활성화 및 ICT 활용 중심의 교육 수행 등으로 초·중·고등학교에서의 SW교육 쇠퇴 현상 발생
 - '초·중등학교 정보통신기술 교육 운영지침'의 적용종료(2009년)와 정보과목의 심화선택과목화 등으로 정보 수업 축소
 - ※ 중·고등학교 정보교과군 이수율은 2006년 38.1% → 2012년 6.9% (31.2% 감소)

길현영 선임연구원

hkil@spri.kr

〈표 1〉 2017년 개정 이전 국내 ICT 교육정책 흐름

시대	1970~1980년대	1990년대	2000년대	2010년대 초	2014년~
관점	컴퓨터 교육 도입	독립 교과화	정보교과 활성화	정보교과 침체	
변화 내용	(중), (고) '기술' 과목에 컴퓨터 관련 내용 도입	(초) '실과'과목에 컴퓨터내용 도입 (중) '컴퓨터' 신설 (고) '정보산업' 신설	(고) '정보사회와 컴퓨터'로 변경 [정보통신기술 교육 운영지침] 주당 1시간 이상 컴퓨터 관련 과목이수 의무화 ('00~'08)	(중), (고) '정보'로 교과명 통일	(고) '정보' 및 '정보과학' 일반선택 → 심화선택
교육 과정	제3차('74년) 제4차('81년)	제5차('87년) 제6차('92년)	제7차('97년)	2007개정	2009개정

자료: 미래창조과학부(2015. 6), 「초·중·고 SW교육 활성화방안」

- 사교육방지정책(교육부, 2010년)⁽¹⁾ 이후 비수능과목인 정보분야 경시대화에 대한 수요 감소
 - 2010년 이전에는 특수목적학교의 입시를 목적으로 한국정보올림피아드(KOI)를 준비하는 사교육 시장 형성
 - 교육부의 사교육방지정책 이후, 상급학교나 특수목적학교 진학에 도움이 되지 않는 비수능과목인 정보분야 대회에 대한 학생/학부모의 수요 저하

■ 국내 SW영재교육 현황

- 현재 SW분야의 영재교육은 그 중요성에 비해 교육기회가 적음
 - 주로 시·도교육청의 영재교육기관(영재학급 및 영재교육원), 대학부설 과학영재교육원에서 진행되며, 추가로 과학고/영재학교 내 수업으로 교육 진행
 - 시·도별로 SW영재교육을 운영하는 기관들의 존재나 개수 편차가 큼
 - 2016년 3월 영재학급사업⁽²⁾ 운영으로 전국 12개 시·도에 30개 학급이 추가되었으나, 교육프로그램이 없거나 적은 수인 지역 존재



〈표 2〉 시·도별 정보과학 영재교육 운영기관 수

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	계
영재 학습	초등	5	(1)	(1)	1	(1)	(1)	5(4)		1(2)	1		(2)	10(1)	(4)	1		34
	중고	2(2)	(1)	(1)	1(2)	(1)	1(1)	6					(1)	3(1)				17
영재 교육원	초등	11	7			1	1	2	1	1	2	2(1)	1	4	6			40
	중고	12	1			1	1	1	1	(1)	1	1(1)	1	2	5	1		30

자료: 정보과학 영재교육 운영실태 분석 및 활성화 방안 연구 (정현철 외, 2015), 16년 영재학급사업 (미래부)

(1) 교육부의 사교육방지책: 과학고/영재고/카이스트 입시에서 올림피아드 특별전형 폐지(2010), 생활기록부에 교외 경시대회 실적을 기재 불가(2011) 등 포함

(2) SW영재학급사업: 2016년 미래창조과학부 지원사업으로, SW영재는 각 시·도 교육청의 선발기준에 따라 발굴되며, 1년 동안 100시간 이상의 SW 특화교육을 이수. 현재 전국 12개 시도에서 총 30개 학급(초등 18, 중학 12개, 20명/학급) 선정되어 총 600명 학생 수혜 예정. (표 X에서 괄호 안 숫자 의미)

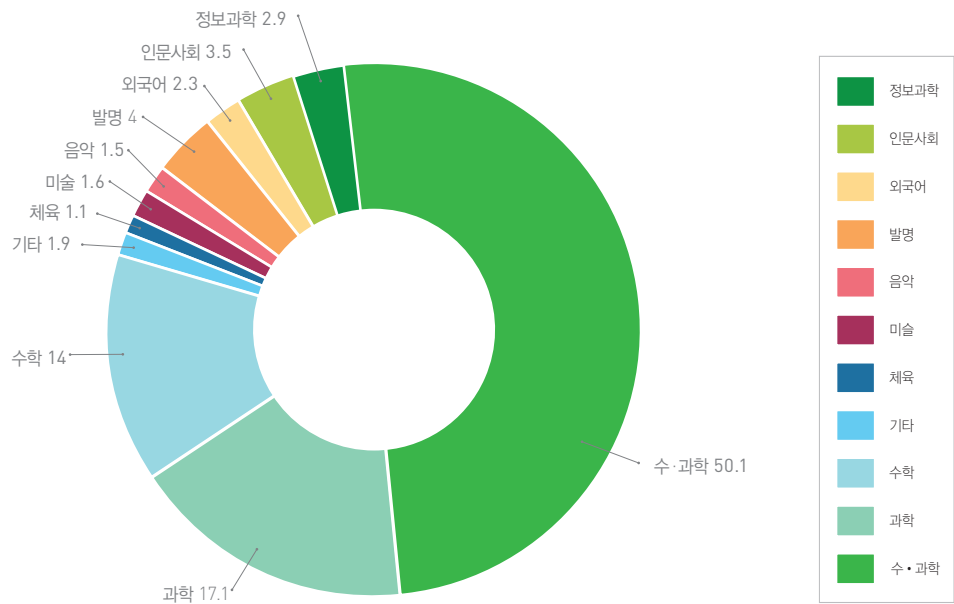
- 수학·과학 분야(총 81.2%)와 비교할때 정보과학영재교육은 (2.9%)로 그 비율이 매우 낮으며, 이는 인문 (3.5%), 발명(4.0%) 분야보다도 낮은 비율

〈표 3〉 유형별 영재교육 현황 (2015년)

구분	수학	과학	수·과학	정보	인문	외국어	발명	음악	미술	체육	기타	계
학생수(명)	15,392	18,836	55,144	3,181	3,883	2,484	4,433	1,699	1,770	1,178	2,053	110,053
비율(%)	14	17.1	50.1	2.9	3.5	2.3	4	1.5	1.6	1.1	1.9	100
	81.2			18.8								

자료: 국가 영재교육정보시스템(GED)

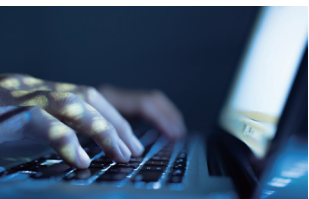
〈그림 1〉 2015년 분야별 영재교육 분포도



자료: 국가 영재교육정보시스템(GED)

● SW영재교육 과정의 체계 미흡

- 직접적인 정보과학과정 외에도, SW분야에 흥미와 기초적인 내용을 소개하고 융합/통합 과정으로 학습하는 과정들 존재
 - 주로 기초적인 프로그래밍 언어 중심의 SW교육과정에 더해 ICT 활용교육 혼재
 - 특히, 초등단계의 SW영재교육에서는 멀티미디어, STEAM 등이 포함된 융합과정
- 학년이 올라가면서 교육 내용의 구성요소와 교육목표가 운영기관마다 다름
 - SW공교육이 제공되지 않은 관계로 지역별/학교별 학생들의 SW역량 격차가 큼
 - 그 결과, 교육 목표와 교육 내용이 명확하게 정립되지 못한 상태



〈표 4〉 대학부설 영재교육원 초등 정보과학 영재교육 운영 현황

초등	과정명	정보 분과 전체 시간	정보 교과 교육 시간	내용
강릉 원주대	정보	170	39	유닉스, DB, 스크래치, 웹 프로그래밍 등
경남대	융합	120	24	컴퓨터, 멀티미디어, 홈페이지제작, 마인드스툼
경상대	융합	120	36	LEGO, 컴퓨터 기반 로봇의 구조와 특성
공주대	정보	105	84	자료구조, NXT, 프랙탈, 이미지 활용, 동영상 촬영 및 제작 툴 활용
군산대	통합	112	16	로봇 원리 및 레고로봇 만들기, 게임원리, 유비쿼터스
목포대	융합	120	25	정보과학의 이해, 정보저장, 표현 및 보호, 로봇 제작 등
서울교대	정보심화	56	27	암호화 알고리즘과 C언어, 함수
	정보사사	56	18	스크래치 프로그램을 통한 스토리텔링, 로봇 댄스, Java Script, HTML, 비주얼 베이직 배열
아주대	정보	116	102	C언어 및 알고리즘
안동대	정보	116	96	스크래치 프로그래밍, 프로그래밍 기초, 지능형 로봇 만들기

자료: 정보과학 영재교육 운영실태 분석 및 활성화 방안 연구 (정현철 외, 2015)

■ 국외 SW영재교육 현황 : 미국

- 온·오프라인의 다양한 기관에서 SW영재교육 과정 운영
 - USA Computing Olympiad (USACO) : 컴퓨터과학계의 저명한 학자들이 참여하는 미국 SW영재교육의 대표 기관으로 온라인 기반 교육 수행
 - (학계전문가 참여) MIT, CMU, U. of Michigan 등 컴퓨터과학 분야의 top-school 교수들로 구성된 운영진들이 새로운 문제·교육과정 개발
 - (온라인 교육) 프로그래밍 언어 기초를 익힌 학생들이 스스로 학습할 수 있도록 on-line judge 기능을 활용한 고급 프로그래밍 교육과정 진행
 - (온라인 대회) 국가/성별에 관계없이 누구나 참여할 수 있는 온라인 알고리즘 대회를 시즌 당 6번 개최하며, 수준별로 나뉜 3-등급제 대회로서 초급자의 참여기회 확대



〈표 5〉 X USACO 기초교육 과정

Chapter	구분	교육 내용
1	Getting Started	기본 알고리즘 및 유명한 유형별 문제 제공
2	Bigger Challenges	국제정보올림피아드 기출문제 기반의 알고리즘 설계문제 제공
3	Techniques more subtle	이전 단계보다 난이도 높은 문제와 기반 이론 소개
4	Advanced algorithms and difficult drills	수학적 모델링 및 알고리즘 설계문제 및 해결 방법 소개
5	Serious challenges	특이하고 어려운 문제들과 이를 해결할 수 있는 기법들 소개
6	Contest Practice	실제 대회의 출제 문제와 난이도 높은 문제들을 소개

자료 : USACO.org



- 영재고등학교 내 SW교육과정 : 토마스 제퍼슨 과학기술고등학교와 같은 수·과학 분야 영재학교에서 졸업 요건으로 컴퓨터과학 학점을 이수토록 함
 - 고등학교 4년간 컴퓨터과학 교육과정 이수
 - 체계적 교육과정과 함께 인공지능, 병렬처리, 컴퓨터 시스템 등 대학 수준의 교육내용 포함
- 대학 내 영재교육과정 : 스탠포드 대학의 EPGY⁽³⁾, 존스홉킨스/프린스턴의 CTY⁽⁴⁾ 프로그램, 대학 주관의 여름캠프 등 대학 내 영재교육과정에서 SW교육 제공
 - (ECGY) 교사가 제공되는 영재교육과정 내 선수과목으로 컴퓨터과학과목 포함
 - (CTY) 존스홉킨스 대학, 프린스턴 대학에서 제공하는 우수 청소년 대상 교육프로그램으로 개인별 수준과 학년에 맞는 교육 내용 제공하며, 여름캠프도 운영

■ 시사점

- 현재 국내 SW영재교육은 전반적 교육인프라 부족 상황
 - SW영재교육기관 / 교육과정 / 교육인력이 부족하며, 지역적 편차가 심함
 - SW영재교육의 목표와 교육과정이 명확하지 않고 지속적 연계성이 부족
 - 상급학교 진학에 SW분야 성취도가 반영되지 않아 타 분야에 비해 학생/학부모의 흥미 감소
- 우수한 SW인재를 육성하기 위하여, SW공교육 강화를 기반으로 SW분야 영재교육에 대한 지원 필요
 - SW보편교육 인프라(교육콘텐츠, 교육인력, 시설 등) 구축
 - 지역별 SW영재교육과정의 운영 기관 확보 및 확대
 - 컴퓨터과학 및 교육 분야의 전문가가 참여하는 SW영재교육과정 개발 및 시행
 - 영재교육인력을 위한 교육과정 개발과 교수 연수 확대
 - SW영재교육의 목표 확립과 이를 기반으로 하는 일관성있는 지원 정책

(3) EPGY (Education Program for Gifted Youth): 우수한 학생들에게 제공되는 영재교육과정

(4) CTY (Center for Talented Youth)



민감 정보 암호화에 따른 형태 보존 암호화 기술의 재조명

- 민감 정보에 대한 암호화 시행으로 암호화 솔루션에 대한 수요가 증가할 것으로 예상
- 특히, 기존 레거시(legacy) 시스템과의 호환을 위해 형태 보존 암호화 기술 도입이 활발할 것으로 전망
- 형태 보존 암호화 기술이 미국 NIST의 컴퓨터 보안 표준으로 제정되어 산업계 도입이 순조로울 것으로 예측

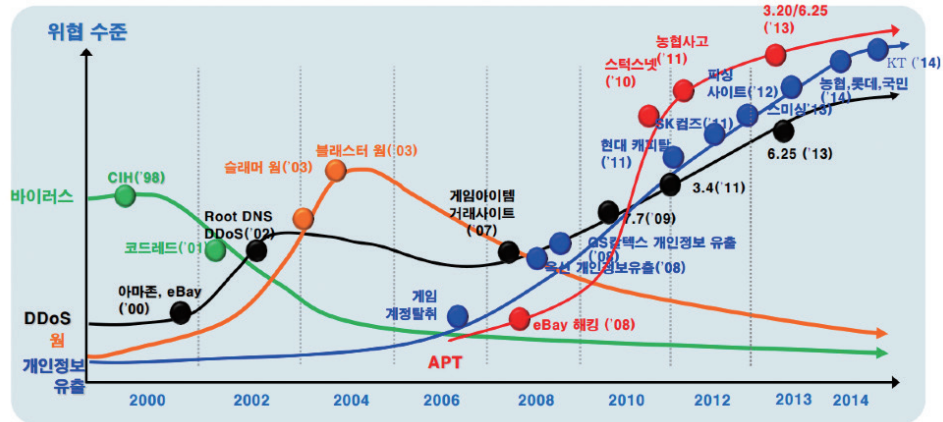
■ 최근 개인정보 유출 사고 증가와 민감 정보에 대한 암호화 요구

- 해킹 및 내·외부 직원 등에 의해 개인정보 대량 유출 사고 지속 발생
 - (주요 카드 3사의 고객정보 유출, 2014. 1.) 카드사 협력업체의 직원이 1억 4천만 건 이상의 고객정보를 대출 광고업자와 대출모집인에게 넘김
 - (통신사 고객정보 유출, 2014. 3.) 통신사 홈페이지 해킹으로 1,200만 명의 개인정보가 유출됨
 - 이외에도 대량의 개인정보를 수집/관리하는 업체 및 기관의 개인정보 유출 사고 증가로 <그림 1>에서와 같이 사이버 위협 수준이 급격히 높아지고 있음

송지환 선임연구원

jihwan.song@spri.kr

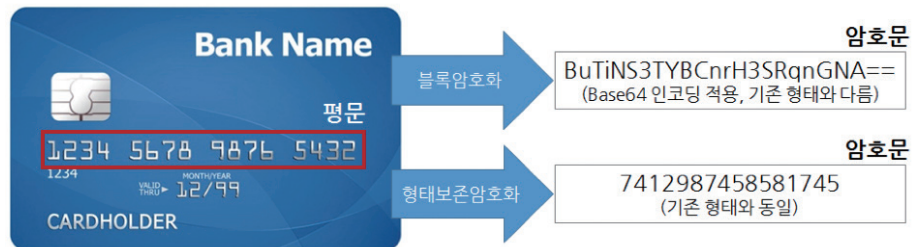
〈그림 1〉 연도별 사이버 위협 수준의 변화



자료: 한국인터넷진흥원(2015. 6), 「사이버공격 최신 동향 및 사이버대피소 소개」, KINX Peering Forum 2015

- 민감 정보의 안정성 확보조치 의무화에 관한 법률 제정으로 민감 정보 암호화 요구
 - 민감 정보가 분실·유출·훼손되지 않도록 안정성 확보 조치를 의무화함(개인정보보호법 제23조 제2항 신설 2016. 3. 29., 시행 2016. 9. 30.)
 - 기존에는 개인정보 중 생체 정보만 암호화 대상이었으나, 법 개정을 통해 개인의 모든 민감 정보는 반드시 암호화 되도록 개인정보보호법에 '민감 정보 안정성 확보 조치 의무화' 내용 추가
 - 암호화 대상은 고유식별정보, 비밀번호, 생체 정보 등 개인의 모든 민감 정보에 해당
- 기존 시스템 변경을 최소화하며 암호화 적용이 용이한 '형태 보존 암호화' 기술이 재조명되고 있음
 - 주민등록번호(숫자 13자리), 신용카드번호(숫자 13자리~16자리) 등과 같이 형태가 일정한 값을 저장할 때, 효율적인 저장 공간 사용과 검색 성능 향상을 위해 대부분의 레거시(legacy) 데이터베이스시스템들(DBMS)은 고정 길이 필드(저장 길이 혹은 형태 제한)를 사용

〈그림 2〉 블록 암호화와 형태 보존 암호화 비교



- 기존 블록 암호화⁽¹⁾ 기술(예, AES⁽²⁾, DES⁽³⁾ 등)을 사용하여 주민등록번호나 신용카드번호를 암호화할 경우 일반적으로 형태가 달라지기 때문에 형태가 일정한 민감 정보 암호화 시 기존 시스템과의 호환성을 고려한 형태 보존암호화 기술 도입이 활발할 것으로 전망

(1) 블록 암호화 : 평문을 정해진 블록 단위로 암호화 하는 대칭키 암호화 기술. (출처 : Wikipedia)

(2) AES : Advanced Encryption Standard. 2001년 NIST에 의해 제정된 블록 암호화 알고리즘 (출처 : Wikipedia)

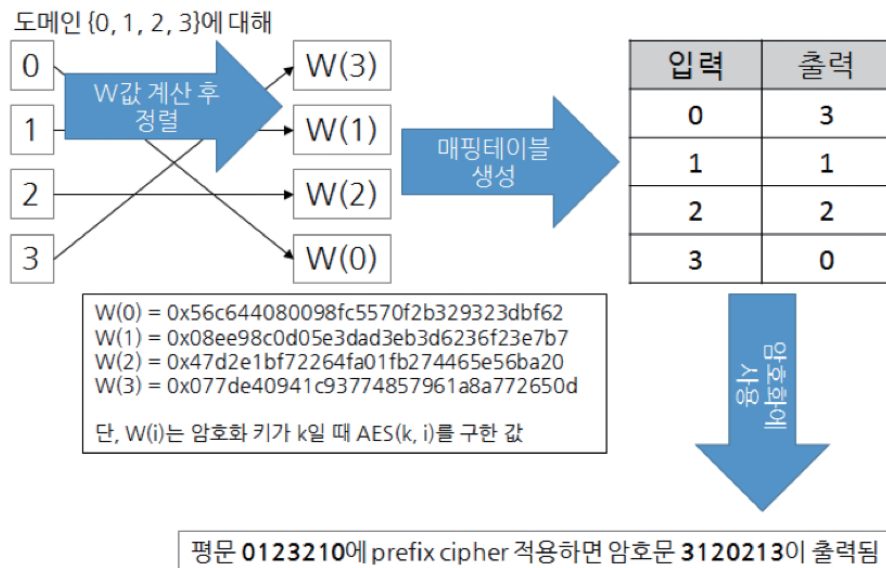
(3) DES : Data Encryption Standard. 블록 암호화 알고리즘의 일종으로 미국 NBS(National Bureau of Standards, 현재 NIST)에서 국가 표준으로 정한 암호. 보안성이 떨어지는 DES 대신 현재는 AES가 새 표준으로 정해져 사용 (출처 : Wikipedia)

- 형태 보존 암호화 기술은 평문의 형태를 그대로 유지하며 암호화할 수 있음
- 즉, 그림 2과 같이 신용카드번호 1234567898765432가 형태 보존 암호화 기술로 암호화되면 7412987458581745와 같이 원본과 동일한 형태의 암호문이 출력됨
- 최근 미국 NIST의 형태 보존 암호화 기술 표준 제정으로 한층 더 산업계 관심 예상
 - 2016년 3월 29일 미국 NIST(National Institute of Standards and Technology)⁽⁴⁾는 형태 보존 암호화 관련 2가지 기술(FF1, FF3)을 컴퓨터 보안 표준(NIST Special Publication 800-38G)으로 제정

■ 형태 보존 암호화(FPE: Format-Preserving Encryption)

- 암호화 후 평문의 형태와 암호문의 형태가 동일함을 보장하는 암호화 기술을 말함
 - 숫자(0~9)로 구성(도메인)되고 길이가 16인 평문을 FPE 기술로 암호화를 하면 <그림 2>과 같이 원본 도메인과 동일하게 숫자로 구성되고 길이가 16인 암호문이 출력됨
- Black과 Rogaway가 도메인 크기별/알고리즘 복잡도별로 제안한 3가지 방법(prefix cipher, cycle-walking cipher, generalized-Feistel cipher)⁽⁵⁾이 여러 FPE 알고리즘의 근간이 됨
 - (prefix cipher) FPE를 적용하려는 도메인이 {0, ..., N-1}과 같이 정수로 주어졌을 때, 해당 도메인에 속하는 각각의 정수에 AES, DES와 같은 블록 암호화 알고리즘을 사용하여 의사난수⁽⁶⁾ 가중치(pseudo-random weight)를 계산하여 정렬하는 방법 (<그림 3> 참조)

<그림 3> prefix cipher 기반의 FPE 알고리즘 예시(의사난수 가중치를 계산하기 위해 AES 알고리즘 사용)



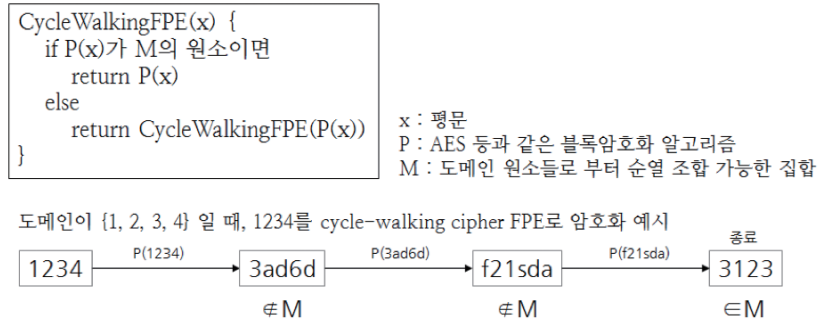
(4) NIST : 미국의 국립표준기술연구소. 미국의 국가 기술이전 및 진흥법(NTAA, Public Law 104-113)에 따라 미국 정부의 기술표준 활동 및 민간부문의 적합성 평가활동을 조정하는 임무 수행 (출처 : Wikipedia)

(5) J. Black, P. Rogaway, Ciphers with Arbitrary Domains, Proceedings RSA-CT, 2002, pp. 114~130.

(6) 의사난수(pseudo-random) : 진정한 의미에서의 난수는 아니지만 그 결과 값이 충분히 추측하기 어려워 어느 정도 난수로서의 의미를 가짐

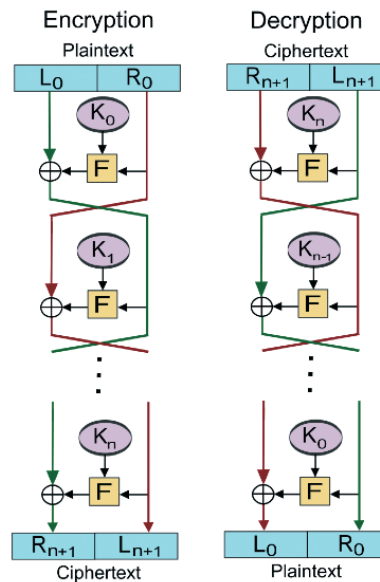
- 알고리즘이 간단하고 도메인 크기가 작은 경우 사용에 용이함
 - 도메인 크기가 커지면 매핑테이블의 크기 역시 커져 저장 및 사용이 어려워짐
- (cycle-walking cipher) 블록 암호화 알고리즘을 사용하여 원본과 동일한 형태의 결과가 나올 때까지 알고리즘을 계속 수행하는 방법

〈그림 4〉 cycle-walking cipher 알고리즘과 동작 예시



- prefix-cipher와 달리 전체 매핑테이블을 유지할 필요 없음
 - 언젠가는 알고리즘이 종료되지만 언제 종료될지는 예측할 수 없음
 - 원본 형태의 허용 범위(〈그림 4〉의 집합 M)가 작을수록 지나치게 많은 반복으로 실용성이 떨어지고 허용 범위 값의 범위가 블록 암호화 알고리즘의 고정된 블록크기에 영향을 받음
- (generalized-Feistel cipher) 〈그림 5〉의 Feistel network⁽⁷⁾를 이용한 방법으로써 각 라운드(round)의 보조키로 블록 암호화 알고리즘의 출력을 사용하여 FPE 수행

〈그림 5〉 Feistel network의 암호화(좌) / 복호화(우) 방법



출처 : Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Feistel_cipher

(7) Feistel network : 블록 암호화 알고리즘의 일종으로 암호화 방식이 특정 계산 함수의 반복(라운드: round)으로 이루어짐. 각 반복 과정에 사용되는 함수는 라운드 함수(round function)이라고 부름 (출처 : Wikipedia)

- 원본 형태와 다른 출력이 발생하는 경우 cycle-walking과 유사하게 원하는 형태가 얻어질 때까지 Feistel network를 반복 수행
- prefix cipher와 cycle-walking cipher와 달리, 도메인 크기가 큰 경우에도 비교적 큰 성능 저하 없이 사용 가능하기 때문에 실무에서 많이 사용되며, 이를 기반으로 다양한 알고리즘이 제안됨
- 대부분의 FPE 알고리즘은 위 세 가지 개념을 변형하여 만들어지고 있으며, 블록 암호화 알고리즘을 기반으로 만들어지기 때문에 동일한 안전 정도를 보장함

● 블록 암호화(block cipher) 기술과의 차이는?

- AES, DES 등 기존 블록 암호화 기술은 이진 데이터가 암호화 대상이기 때문에 이를 이용하여 주민등록번호나 신용카드번호를 암호화할 경우 형태가 달라짐
 - 예를 들어, 신용카드번호 1234567898765432를 AES로 암호화 하면 원본과 다른 형태의 암호문이 출력됨
 - 1234567898765432를 숫자로 가정하고 AES로 암호화 할 경우 16자리보다 큰 수가 출력될 가능성 있음
 - 1234567898765432를 ASCII코드로 가정하고 AES로 암호화 할 경우 그 결과 값의 길이가 원본과 달라질 가능성이 높고 아스키 코드(ASCII code)⁽⁸⁾의 숫자 범위(0x30 ~ 0x39) 사이 값이 출력될 가능성도 희박

● 토큰화(tokenization) 기술과의 차이는?

- 토큰화는 임의로 생성된 값(토큰)을 신용카드번호, 주민등록번호와 같이 민감한 정보 대신 사용하는 기술
 - 실제 민감한 정보는 안전한 곳에 따로 보관되며 토큰과 실제 데이터를 연결하는 매핑 테이블 필요
- 토큰과 실제 데이터와의 연관성이 없기 때문에 공격자가 토큰으로부터 실제 데이터를 유추하는 것 자체가 불가능
- 토큰화 시스템 구축, 데이터 분리 보관, 실시간 토큰 동기화 등 추가 보안 관련 부담과 시스템 개발/유지 비용 필요

● NIST에서 FPE 알고리즘 FF1과 FF3을 컴퓨터 보안 표준으로 제정

- Feistel network 방법을 기반으로 한 FPE 알고리즘인 FFX[Radix](FF1)와 BPS-BC(FF3)가 블록 암호화 알고리즘의 모드(mode)⁽⁹⁾ 형태로 제안되고 NIST에서 컴퓨터 보안 표준(NIST Special Publication 800-38G⁽¹⁰⁾)으로 제정(2016. 3. 29.)
 - 기존에 승인된 모드들은 모두 이진 데이터에 대한 표준들이며 이번에 승인된 모드는 FPE와 관련된 첫 표준
 - (FF1) M. Bellare, P. Rogaway, T. Spies가 제출한 “The FFX Mode of Operation for Format-Preserving Encryption”(FFX[Radix])을 표준으로 승인(특허로 보호 받고 있음)
 - (FF3) E. Brier, T. Peyrin, J. Stern이 제출한 “BSP: a Format-Preserving Encryption Proposal”(BSP) 중 BSP-BC가 표준으로 승인(특허 공개로 누구나 사용 가능)
- FF1와 FF3 모두 파라미터로 주어지는 radix, minlen, maxlen 값에 따라 보안 정도가 달라짐
 - radix는 한 글자를 구성하는 심볼의 개수(예, 10진수의 경우 숫자 0부터 숫자 9까지 심볼 10개를 사용하기 때문에 radix는 10이 됨), minlen은 주어진 평문의 최소 길이, maxlen은 주어진 평문의 최대 길이
 - 즉, 신용카드번호는 radix는 10(신용카드번호 한자리는 숫자 0에서 숫자 9까지 사용하기 때문),



(8) 아스키 코드(ASCII code) : 영문 알파벳을 사용하는 대표적인 문자 인코딩. 0x30부터 0x39은 각각 숫자 0부터 숫자 9를 나타냄

(9) 모드(mode) : 블록 암호화 알고리즘에서 평문의 크기가 블록 크기보다 큰 경우 알고리즘을 반복적으로 안전하게 이용하는 절차를 말함. ECB, CBC, OFB, CFB, CTR 등이 있음

(10) <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.800-38G.pdf>



- minlen은 13, maxlen은 19(카드사에 따라 신용카드번호는 13자리부터 19자리까지 다양함⁽¹¹⁾)
- 보통 radix, minlen, maxlen 등이 클수록 보안 정도가 높아짐
- FF1은 가변 길이 트윅(tweak⁽¹²⁾)을 제공하여 좀 더 유연한 범위 내에서 데이터 사용이 가능하고, FF3는 FF1에 비해 라운드 회수(FF1은 10라운드, FF3는 8라운드로 구성)가 적어 더 높은 처리량을 보임

■ 형태 보존 암호화 관련 오픈 소스 라이브러리

- python, C/C++, Java, .net 등 다양한 플랫폼 기반의 FPE 오픈 소스 라이브러리 존재 (표 1)참조)

〈표 1〉 FPE 관련 오픈 소스 라이브러리

라이브러리	설명	라이선스
LibFTE	python 기반의 FFX(FF1) ⁽¹³⁾ 라이브러리	MIT
libffx	python 기반의 FFX(FF1) 라이브러리	GPL
botan (FPE)	C++ 기반의 FE1 ⁽¹⁴⁾ 라이브러리	BSD2
Miracl	C/C++ 기반의 BPS ⁽¹⁵⁾ 라이브러리	상업 라이선스 및 AGPL
DotFPE	.net 기반의 FE1 라이브러리	NewBSD
JavaFPE	Java 기반의 FE1 라이브러리	NewBSD

■ 시사점



- 민감 정보에 대한 암호화 요구로 인해 민감 정보를 보유하고 있는 업체나 기관의 암호화 솔루션에 대한 수요가 증가할 것으로 예상
- 기존 레거시(legacy) 시스템과의 호환을 위해 형태 보존 암호화 기술 적용이 활발할 것으로 예측
 - 특히, 형태 보존 암호화 기술이 미국 NIST의 컴퓨터 보안 표준으로 제정되어 산업계에서 기술 도입이 순조롭게 진행될 것으로 전망
- 실무에서 형태 보존 암호화 기술을 안전하게 적용할 수 있도록 FPE 안전 사용 가이드라인 필요
 - (FPE는 도메인 크기와 평문의 최소/최대 길이, 적정 트윅(tweak) 사용 여부에 따라 안전도가 달라지기 때문에 상황에 맞는 값을 선택할 수 있도록 권고안 제공 필요) 9

(11) Wikipedia 참조, https://en.wikipedia.org/wiki/Bank_card_number

(12) 트윅(tweak) : 형태 보존 암호의 입력으로 사용되는 부가정보이며 보호될 필요는 없음. 트윅을 변경하면 암호문도 변경됨. 도메인이 작을 경우 공격에 취약할 수 있기 때문에 트윅을 사용하여 암호문으로부터 평문을 유추하기 힘들게 만들

(13) FFX(FF1) : M. Bellare, P. Rogaway, T. Spies가 제안한 FPE 알고리즘. NIST 표준으로 승인됨

(14) FE1 : M. Bellare, T. Ristenpart, P. Rogaway, T. Stegers가 제안한 FPE 알고리즘

(15) BPS : E. Brier, T. Peyrin and J. Stern가 제안한 FPE 알고리즘. 저자의 성을 따라 BPS라 명명



인공지능 기술과 정보보안

- IoT 시대의 도래로 새로운 정보보안 대책 마련이 요구됨에 따라, 학계 및 보안업계에서 인공지능 기술이 결합된 보안 기술 연구가 활발히 이루어지고 있음
- 보안침해사고에 대한 예방 및 대응역량을 제고하기 위해 빅데이터, 클라우드 등 신기술과 인공지능 기술의 융합이 필요함

■ IoT 시대의 도래에 따라 새로운 정보보안 대책 마련이 요구

- 사물인터넷(IoT) 시대의 본격화로 인해 사람, 기기, 데이터 간에 생성되는 정보(Information)가 클라우드, 빅데이터 기술을 통해 편리성과 효율성을 제고하고 있음
- 동시에 방대한 양의 위협정보가 생성되고 새로운 기술을 사용한 사이버공격 또한 증가하고 있어, 실시간 분석 및 능동대응을 위한 새로운 정보보안 대책을 마련할 필요가 있음
- (보안뉴스 조사⁽¹⁾)IoT 시대에 가장 시급히 필요한 보안대책은 무엇일까요?라는 내용으로 보안담당자들 대상

박태형 선임연구원

parkth@spri.kr

진희승 선임연구원

hschin@spri.kr

(1) <http://www.boannews.com/media/view.asp?idx=50414&skind=0>

설문조사를 진행한 결과, 응답자 2,298명 중에서 가장 많은 846명(31.10%)이 '인공지능(머신러닝)을 사용한 보안 솔루션 상용화'를 선택

■ 정보보안 분야에 인공지능 기술의 활용 논의가 활발

● 정보보안 분야 주요 학회를 중심으로 인공지능을 이용한 연구 활발

- 보안관제, 위협탐지 및 예방 등 정보보안 목적을 달성하기 위한 기계학습, 딥러닝 등의 인공지능 기술에 관한 논의가 활발히 이루어지고 있음



주요 컨퍼런스	주요 내용
RSA 2016	Machine Learning and the Cloud : Disrupting Threat Detection and Prevention
Blackhat 2015	Secure Because Math : A Deep-Dive on Machine Learning-Based Monitoring
DEFCON 22	Secure Because Math : A Deep-Dive on Machine Learning-Based Monitoring
MLSec (Machine Learning Security)	Open-source projects and community for promotion of Data Science and Machine Learning in Information Security

● 보안 솔루션 업체는 머신러닝, 딥러닝 등 인공지능 기술 도입에 박차

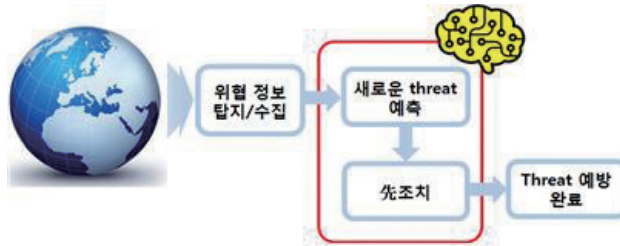
- 방대한 데이터의 실시간 축적, 새로운 보안위협 정보의 생성, 패턴 분석의 어려움 등 과거에 비해 사람이 대응하기 불가능한 상황에 직면함
- 머신러닝, 딥러닝 등 인공지능 기술의 도입을 통해 보안위협의 탐지, 분석, 대응 등 주요 보안 임무를 자동화함으로써 보안침해 사고에 효과적으로 대응이 가능함

보안솔루션 업체	개발 초점
펜타시큐리티	머신러닝 기반의 탐지엔진을 적용한 웹해킹 차단
파수닷컴	시큐어코딩 솔루션, 개발 과정에서 발생하는 문제점을 자동 분류
KTB솔루션	핀테크 보안, GPU 기반의 딥러닝과 인공지능 기술을 접목한 생체 인증 시스템
한국EMC	머신러닝 기반의 실시간 패턴 분석 기능

■ 정보보호 영역에서의 인공지능 활용 분야

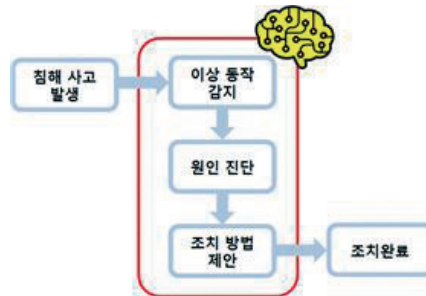
● 침입 탐지 및 예방 분야

- 전세계 위협 정보를 수집하여 새로운 위협에 대해 미리 탐지 및 예방
- Fraud Detection : 정확한 검출 및 오분류에 따른 비용 절감
- Anomaly Detection : 알려진 위협에만 대응하는 signature 기반의 한계를 극복하여 새로운 사이버 위협 예방



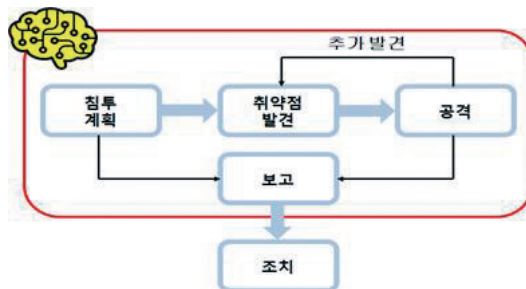
● 침해사고 이후 진단 및 대응 분야

- 침해 사고 발생에 대한 원인을 시가 진단하고 이에 걸맞는 조치 방법 제안



● 침투테스트 분야

- 화이트 해커에 의존하던 침투테스트를 시가 지원, 대체함으로써 보다 견고한 보안 취약점 개선



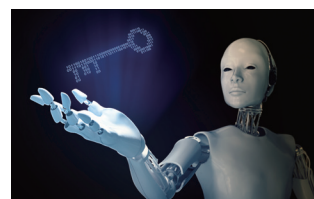
■ 인공지능 기술과의 융합을 통한 선제적 정보보안 구현

● 빅데이터 기술과의 융합을 통한 침해사고 예방역량 강화

- 강력한 컴퓨팅 파워를 가진 인공지능 기술과 방대한 보안위협 정보를 분석하는 빅데이터 기술과의 융합을 통해 새로운 정보보안 위협에 대응
- 또한 머신러닝을 통해 보안시스템이 수많은 공격자의 다양한 행동 패턴을 학습하게 함으로써 침해사고 예방역량 강화 필요

● 인공지능 보안시스템의 정확한 대응능력 제고가 관건

- 조직, 기업 별로 머신러닝을 통한 보안시스템의 역량 강화는 기대 수준에 미치지 못할 가능성이 높음
- 국가 수준의 또는 글로벌 수준의 보안 위협정보 데이터를 공유함으로써, 보안시스템의 학습능력을 극대화 하고 이를 통해 정확하게 대응할 수 있도록 공유체계를 확대 구축할 필요가 있음





Smart health care

진화하는 스마트 건강관리 기기

- 디지털 건강관리 기기들이 단순한 운동량 측정을 넘어 사용자가 스스로 쉽게 운동효과를 높일 수 있도록 지원하는 스마트 기기로 진화
- 해외 스마트 건강관리 기기 시장은 스타트업들이 주도하고 있는 상황으로 다양한 아이디어를 가진 벤처기업 창업을 촉진하고 사용자 편의성을 높인 혁신적 제품을 개발할 수 있도록 지원을 강화

■ 주요 시장 동향

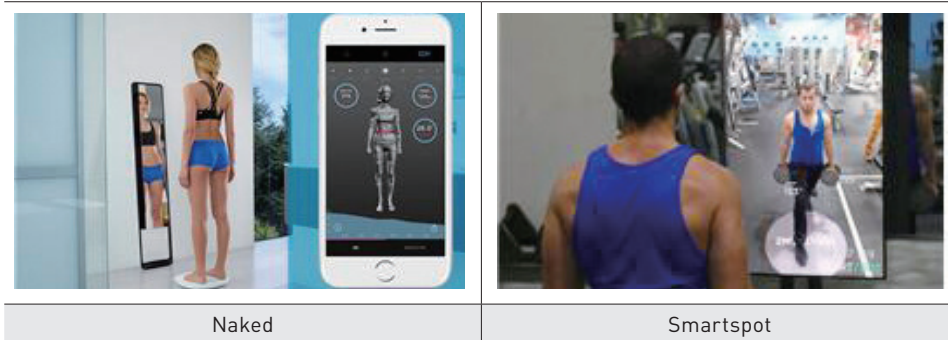
- 최근 3D 스캐너 등 영상인식 기술을 사용하여 사용자가 스스로 운동 자세를 교정하고 효과를 확인할 수 있는 스마트 피트니스 기기들이 개발
 - 지난 4월 미국 Naked Labs社は 적외선 3D센서 4개로 사용자 신체를 스캔하는 스마트 거울과 360도 회전이 가능한 체중계로 구성된 'Naked'를 발표
 - ※ 스캔한 3D 전신 이미지는 전용 앱으로 전송되어 지방 감소율, 근육 증가량 등을 알려주며 실질적인 체형 변화를 사용자가 확인할 수 있는 것이 특징

임영모 책임연구원

ymlim@spri.kr

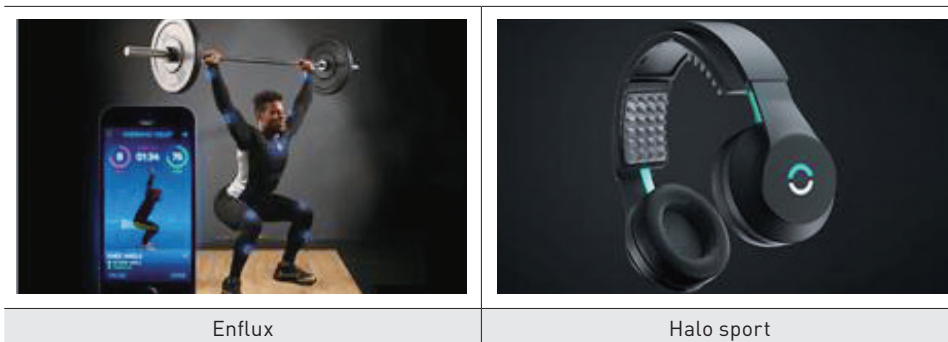
- 작년 Smartspot은 거울 앞에서 운동하면 자세를 분석해 더 효과적인 운동을 할 수 있게 도와주는 디지털 헬스 코칭 거울을 출시

〈그림 1〉 스마트 거울을 활용한 피트니스 기기



- 의류, 헤드폰 등 일상용품에 센서 등을 부착하여 운동 효과를 높여주는 새로운 개념의 제품을 출시하는 스타트업이 증가
 - Enflux는 손목, 팔꿈치, 종아리 등에 10개의 모션 센서가 장착된 스마트 의류를 통해 착용자의 움직임을 3D로 트래킹할 수 있는 제품을 출시
 - ※ 스마트폰으로 운동량과 정확도를 실시간으로 확인할 수 있으며, 음성으로 피드백을 주는 기능도 제공
 - Halo Neuroscience는 헤드폰 안쪽에 있는 미세한 전류 발생장치로 뇌의 운동피질을 자극해 운동 시 속도나 힘을 향상시킬 수 있는 'Halo Sport'를 판매
 - ※ 경두개 전기자극의 경우 우울증, 중독 질환 등의 치료에 활용되고 있으며, 운동능력뿐 아니라 집중력 향상에도 효과가 있는 것으로 알려지고 있음

〈그림 2〉 운동효과를 높여주는 기기

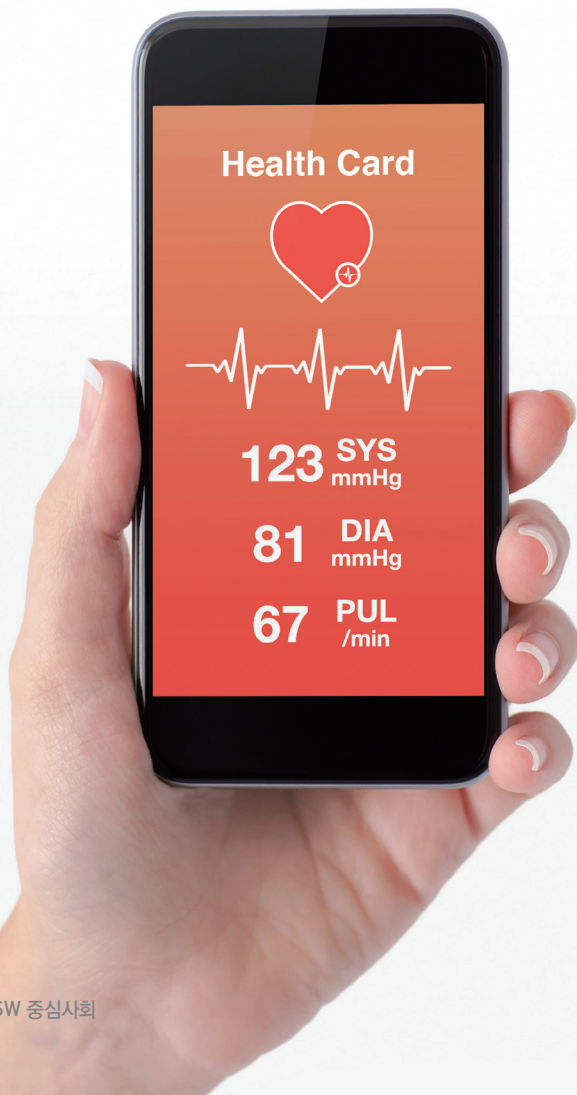


- 다양한 아이디어로 사용자 편의성을 높인 건강관리 기기들이 등장
 - 홍콩 Eggplant Technologies社は 복근, 줄넘기, 푸쉬업, 저항밴드 등 4가지 운동기구를 통합해 보관이 용이하면서 손잡이만 끼우면 스마트 운동기구로 변하는 'Move It'을 출시
 - ※ 탈부착 가능한 손잡이에는 자이로, 압력 등 7개 센서가 내장되어 있으며, 실시간 코칭 기능, 칼로리 소모량, 운동시간 모니터링 등을 지원

- 뉴욕주립대 연구팀은 내장된 소형 마이크로폰으로 사용자가 음식을 씹고 넘기는 소리를 분석해 섭취 음식 종류와 칼로리량을 자동으로 모니터링할 수 있는 스마트 목걸이를 개발

■ 시사점

- 디지털 건강관리 기기들이 단순한 운동량 측정을 넘어 사용자가 스스로 쉽게 운동효과를 높일 수 있도록 지원하는 스마트 기기로 진화
- 해외 스마트 건강관리 기기 시장은 스타트업들이 주도하고 있는 상황으로 다양한 아이디어를 가진 벤처기업 창업을 촉진하고 사용자 편의성을 높인 혁신적 제품을 개발할 수 있도록 지원을 강화





자동차업계의 소프트웨어 혁신기업 테슬라모터스

- 자동차 업계 혁신의 아이콘으로 부상한 테슬라모터스는 기존 자동차업계와는 달리 소프트웨어 기업적인 전략과 제품을 만들고 있음
- 소프트웨어가 핵심경쟁력인 EAC(Electronic-Autonomous-Connected Car)는 차세대 플랫폼으로 주목받으며 새로운 생태계를 만들어낼 것으로 예측되고 있음
- EAC생태계는 국내 자동차 산업의 위기가자 기회로서 자동차기업들의 소프트웨어적 역량 확보와 페러데이 퓨처 같은 혁신적 스타트업 출현이 필요함

양병석 연구원

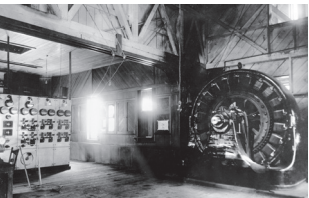
fstorry97@spri.kr

감수

박용관 팀크웨어 부장

■ 자동차산업 혁신의 아이콘, 테슬라모터스

- 실리콘밸리에서 창업한 자동차 회사
 - 페이스북 창업가였던 엘론머스크에 의하여 2003년 실리콘밸리에서 창업
 - 2006년 첫번째 로드스터 런칭, 2008년까지 2250대 판매⁽¹⁾
 - 2012년 모델S로 양산차 판매 시작
 - 모델S는 탄소배출 제로 차량의 최고차 선정(Hybridcars.com 2013, Pontes 2014)
 - 2014년 6월 12일 테슬라는 전기자동차 시장 확대를 위해 보유특허 무료 공개
 - 2014년 다이مل러, 도요타에 모델S의 파워트레인 공급
 - 2014년 기업 가치 약 25조 원⁽²⁾으로 GM의 50%, 현대자동차의 약 70% 기업가치 평가
- 한국내의 테슬라 모터스
 - 충전인프라 부족을 이유로 국내 보급은 활발하지 않음
 - 2015년 11월, 테슬라 코리아 유한 회사 설립
 - 2016년 3월 31일 슈퍼차저⁽³⁾와 오토 파일럿을 탑재한 보급형 모델3을 발표하고 한국을 포함한 온라인 예약 진행
 - 모델3 예약은 4월 첫 주에만 32만 5천대 기록, 16조 2,000억 원의 잠재적 매출을 확보하여 테슬라의 자금 우려 해소에 기여
 - 3500\$부터 시작한 모델 3의 예상 구매 가격은 현재 국내 정책을 기준으로, 일부지역에서 최대 보조금을 받을시 2,000만 원 초반에 구매 가능하여 구매자의 기대감 향상
 - 미국에서 실리콘 밸리를 중심으로 브랜드파워를 만들었던 것처럼 드림위즈 이찬진 대표, 경희 사이버대 학정지훈 교수 등 국내 IT 유명인사들도 예약구매에 참여하여 혁신의 브랜드 획득
 - 모델3의 발표는 국내 전기차량 구매자들이 대기수요로 바뀌어 단기적으로 국내 전기차 보급에 어려움 발생하는 등 국내의 전기자동차 산업에 직접적 영향 발생⁽⁴⁾



■ 테슬라 모터스의 성공을 만든 환경 요인들

- 친환경차 개발을 독려하고 있는 제도
 - 친환경차 개발을 독려하는 환경보호 법을 가진 17개 국가에 판매⁽⁵⁾
 - 미국 정부의 친환경 차량 개발에 대한 대부 프로그램인 energy loan programs⁽⁶⁾ 정책을 통한 자금 마련
 - 기존 탄소 배출 차량의 세금 증가, 탄소배출권 등의 환경 산업 등장⁽⁷⁾
 - 세금장려, 보조금을 통한 친환경차의 소비자 구매 욕구 독려

(1) Fuel-efficient-vehicles.org, 2008

(2) Gootm 2014

(3) SuperCharger : 테슬라의 무료 급속 충전서비스 브랜드, 2016년 현재 624개의 충전소 제공

(4) [단독] 테슬라 모델3 '열풍'에 국내 전기차 공모 미달 '역풍' (AutoM. 2016-04)

(5) environmental-protection.opg.uk 2014

(6) Derpartment of Energy 2014

(7) muller 2013

● 고효율 전기 자동차에 대한 욕구가 높아진 경제적 요인

- 대체 에너지 산업의 성장
- 유가 상승에 의한 자동차 유지에 대한 비용 증가
- 2008, 2009년에 걸친 선진국의 불경기
- 메가시티의 성장으로 인한 차량 유지비 증가와 출퇴근에 의한 생산성 하락



● 높아지는 환경에 대한 사회적 인식

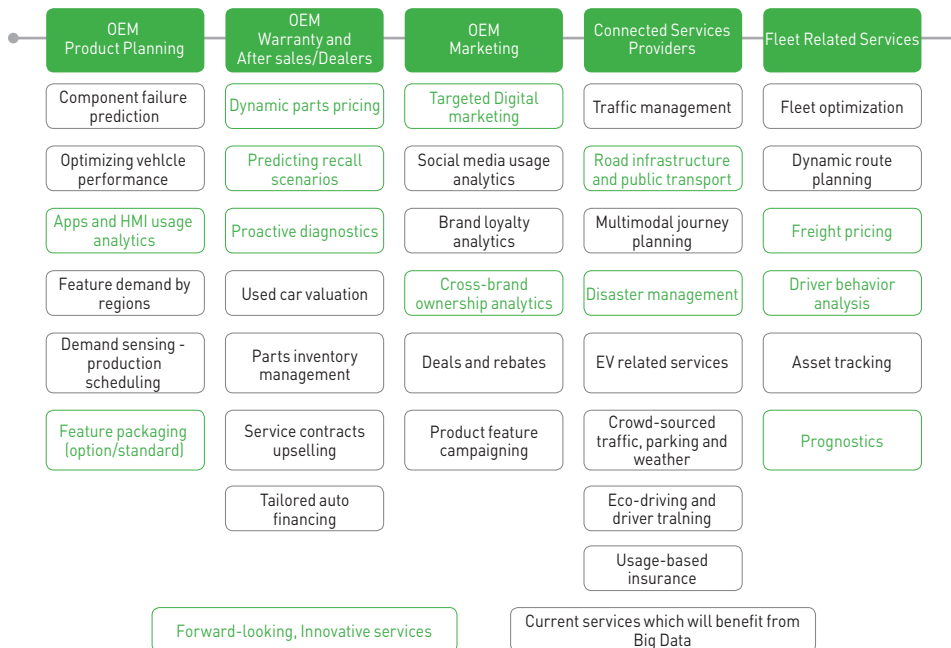
- 환경에 대한 사회관심 증가
- 사회적 지위와 책임의 증명 수단⁽⁸⁾으로서의 친환경차
- 사회 노력화로 인한 안전과 웰스에 대한 욕구 증가
- 카셰어링 등장으로 차량 소유에 대한 인식 변화
- 친환경 자동차에 적합한 제품, 서비스의 운영 방식에 대한 변화요구 증가



● EAC(Electric-Autonomous-Connected car)기술이 만든 새로운 시장

- 인터넷과 세계화의 영향력 증가
- 자동차의 컴퓨터화
- 자동주행 기술 발전(Haveit-eu.org 2011)
- 각종 안전과 편의를 위한 기술 발전
- AfterMarket 등 Connected Car SW플랫폼화의 새로운 기회 등장
- 자동차에서 생산하는 빅데이터기반의 서비스 기회 등장⁽⁹⁾

〈현재와 미래의 빅데이터기반의 자동차 서비스⁽¹⁰⁾〉



(8) Autospies.com 2008

(9) Kachaner, et al, 2011

(10) Frost & Sullivan

■ 마이클 포터의 가치체인 분석법으로 살펴본 테슬라모터스 내부 경쟁력



● 중요 활동(Primary Activities)

- (내부 계획) 내부(in-house)개발, 적기공급생산⁽¹¹⁾가능한 수많은 공급자 운영
 - ※ 테슬라의 최고 중요 활동은 내부(in-house) 개발(Bowman 2010)
- (운영) 혁신과 자동화, 소프트웨어 업데이트가 가능한 다기능 로봇 활용
 - ※ 테슬라는 다른 제조사와 달리 컨베이어벨트 없이 로봇의 재프로그래밍 만으로 다른 모델 개발가능함 (Hil, et al 2014)
- (외부 계획) 18개국의 스토어, 온라인 예약, 쇼룸
- (마케팅&판매) 유명인사의 소셜 홍보(웹기반의 짧은 동영상, 캠페인)
- (서비스) 서비스센터, 충전소(슈퍼차저), 보증정책
 - ※ 2016년 5월 현재, 624개의 충전소 제공
 - ※ 테슬라는 가솔린 엔진 대비 뛰어난 내구성을 이유로 보증기간은 8년 혹은 거리 제한 없이 제공

● 자원 활동(Support Activities)

- (기반 문화) 수평조직, 팀단위의 작은 조직 운영, 강한 리더쉽
- (인사 운영) 강한 팀 운영, 채용의 아웃소싱, 보상정책 공개, 매니저와 직원간의 가까운 관계
- (개발) 첨단 기술 리더쉽 유지, R&D재투자, 비용절감, 훌륭한 제품디자인, 특허
- (조달) 공급자들과의 파트너십과 동맹 구축, 단기 계약

〈테슬라모터스의 마이클포터의 가치사슬⁽¹²⁾〉

SUPPORT ACTIVITIES	Infrastructure	Flat/horizontal infrastructure, small management team, strong leadership			
	HRM	Strong management team, Outsourced recruitment, company shares reward policy, close relationships among managers and employees			
	Technology Development	Leading edge in technology, reinvesting in R&D, cost reduction, excellent products' design, patents			
	Procurement	Partnerships and alliances with suppliers, short-term agreements			
	Inbound Logistics	Operations	Outbound Logistics	Marketing & Sales	Service
PRIMARY ACTIVITIES					
PROFIT					

Figure 1. Porter's Value Chain of Tesla Motors

■ 테슬라모터스의 소프트웨어

- 주행성능과 인포테인먼트를 제공하는 두개의 시스템
 - 구동부와 헤드유닛으로 분리된 두 개의 운영체계를 사용
 - 헤드유닛 시스템과 독립된 구동부 시스템은 자동차의 주행 안정성을 확보

(11) JIT(just-in-time compilation) : 적기에 공급과 생산을 이뤄 재고비용을 최대한으로 줄이는 관리 방식

(12) Daniil Chaika (<http://www.academia.edu/>)

- 안정성과 성능을 결정하는 구동부 소프트웨어
 - 배터리를 운영하는 BMS(Battery Management System)와 모터를 제어하는 MCU(Motor Control Unit)를 운영하기 위한 자체 OS개발
- 스마트폰과 같은 사용성을 갖춘 헤드유닛 소프트웨어
 - 구동부와 분리되어 네비게이션, 인포테인먼트를 담당하는 시스템
 - 계기판과 정중앙 대쉬보드의 LCD컨트롤 유닛으로 Nvidia Tegra 플랫폼 기반
 - 우분투 리눅스와 파이어폭스 등의 오픈소스를 적극 활용
 - 스마트폰과 유사한 사용성 보장하여 다른 배포판의 리눅스까지 설치 가능
 - 개방성으로 인한 해킹 및 보안의 이슈가 발생가능성 존재
- 테슬라모터스의 소프트웨어 정책
 - 공식적인 SDK, 파트너 정책, 마켓플레이스는 부재
 - 오픈소스를 적극 활용하여 자체 개발
 - 안전과 보안을 고려한 수준의 SDK나 마켓플레이스가 개방 가능성 높음
 - OTA 형식으로 자사의 자율주행 기능을 trial로 제공한 사례가 있어 마켓플레이스와 관련된 시스템은 이미 갖춘 것으로 추정
- 차량 제어 Open API제공을 통한 다양한 앱 존재
 - 테슬라의 자동차는 3G/LTE 기반으로 테슬라의 서버에 VPN으로 항상 연결
 - 테슬라의 서버는 json방식으로 api를 제공하여 API를 통해 자신의 차에 인증/제어가 가능⁽¹³⁾
 - 충전, 경적, 전조등, 도어, 파노라마 선루프, 트렁크, 난방/공조 시스템, 시동의 API를 제공 중
 - 이를 기반한 스마트폰이나 스마트 시계의 다양한 앱이 존재

■ 테슬라모터스의 소프트웨어 기업적인 전략

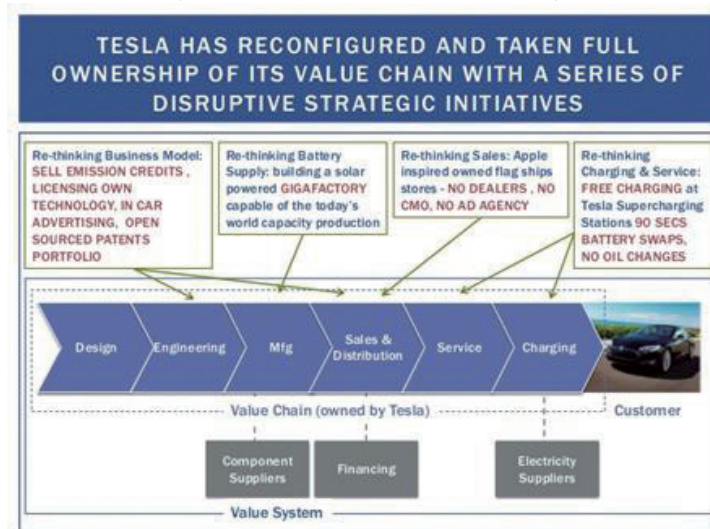
- 속도 중심의 스타트업 DNA
 - 테슬라모터스는 실리콘밸리에서 창업한 스타트업으로 외부 투자금을 적극 활용하여 이윤 추구보다 빠른 소비자확보에 속도를 올려 규모의 경제를 달성을 목표함
- 경력보다 문제 해결중심의 수평적 조직
 - 강한 팀 워크기반의 수평적 조직
 - 인재상은 불확실한 상황 속에서 새로운 것을 학습하는 능력
- 소프트웨어 업데이트
 - 무선 소프트웨어 업데이트만으로 성능 개선이 가능
 - ※ 최상급 P85D 모델 S세단에 들어가는 '루디크로스' 모드(0에서 60마일까지 가속시간을 10% 감축)의 경우 1만 달러짜리 무선 소프트웨어 업그레이드를 받으면 이용할 수 있도록 해줌
- 고객중심의 신속한 학습과 실행
 - 프로그램에 문제가 생기면 야간에 소프트웨어 업데이트가 이루어지며, 물리적 문제가 발생 시 신속하게 직원을 파견

(13) <http://docs.timdorr.apiary.io>

※ 2013년 테슬라 S의 뒷좌석이 불편하다는 고객 불만 접수 후, 수 주 안에 테슬라 서비스 직원들이 모든 고객의 차량 뒷좌석을 바꿔줌

- 기술주도 혁신
 - 신기술 주도의 제품 홍보와 로봇 등의 제조방법 혁신을 통한 내부적인 비용 효율 달성
- 전방위 가치체인
 - 소프트웨어 플랫폼을 중심으로 구매부터 애프터마켓까지 전방위로 가치체인을 확장 시도

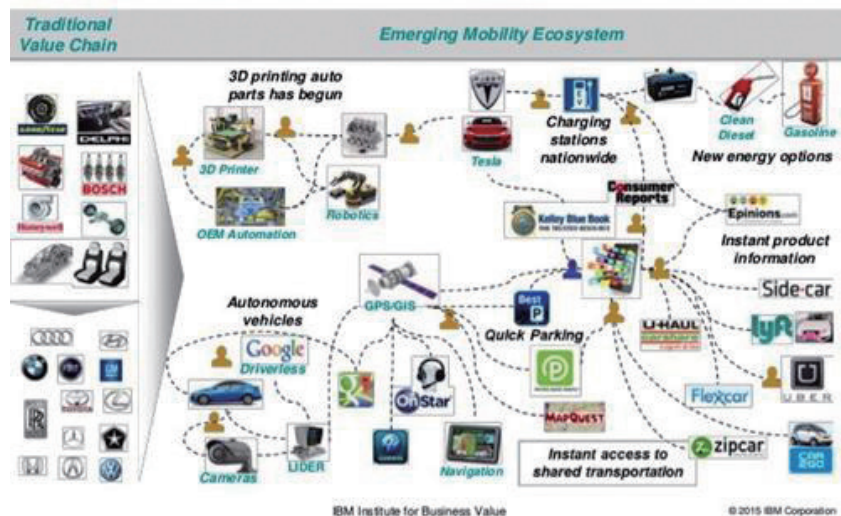
〈브라질에서의 테슬라 모터스의 가치체인⁽¹⁴⁾〉



■ 자동차시장을 EAC중심으로 재편을 꿈꾸는 테슬라모터스

- 제품으로서의 자동차가 아닌 서비스와 플랫폼

〈자동차 시장의 생태계 변화⁽¹⁵⁾〉



- 완성차를 디자인하고, 하청 기업을 통해 제조를 하던 기존 OEM방식의 생산 시장은, 새로운 도전에 직면
- 다양한 서비스 인프라와 소비자와의 접점으로서의 자동차의 플랫폼화
- 자동차 플랫폼은 다양한 서비스를 조직하고 관리하기 위한 소프트웨어적 역량 필요
- 제품 판매로부터만 얻어지던 비즈니스모델의 파괴가 가속 가능성 높음
- 이러한 가능성을 기반으로 대규모 투자에 기반한 새로운 자동차스타트업 출현

※ 2016년 CES에서 테슬라킬러를 자처한 페라데이 퓨처는 중국인 자웨팅의 자본을 기반으로 테슬라, 람보르기니, 스페이스X 출신의 창업가들이 만들었으며 1조 2천억 원을 투자한 공장 설립 계획 발표⁽¹⁶⁾



■ 시사점

● 패러다임 변화를 대비해야 하는 국내 자동차 산업

- (소프트웨어 기업문화 확산) 전통적인 OEM기반의 제조산업인 자동차기업들은 변화의 주기가 길어 불확실한 시장의 빠른 변화에 취약하여, 고객과 문제해결 중심의 빠른 실행과 개선이 가능한 소프트웨어 기업문화 확산 필요
- (소프트웨어 역량 확보) 국내 자동차 산업에 오픈소스활용, API개방, 플랫폼 구축이 가능한 수준의 소프트웨어 기술과 전략 역량 확보 필요
- (소프트웨어 기업과의 협력 강화) 불확실한 시장의 변화에 대한 빠른 대응력 강화를 위해서는 변화가 심한 시장에 적합한 소프트웨어 기업들과의 적극적인 협력 강화 필요
- (미래 자동차 생태계 육성 필요) 패러데이퓨처 같이 미래 자동차 생태계 패러다임 변화를 주도하고 성장할 수 있는 새로운 국내기업들에 대한 적극적인 발굴과 공격적인 투자가 필요



(14) <http://www.slideshare.net/antonioad/value-chain-configuration-for-tesla-motors-in-brazil>

(15) The Innovation-Driven Disruption of the Automotive Value Chain (Evangelos Simoudis)

(16) <http://www.ff.com/press/faraday-future-north-las-vegas/>
<http://9to5mac.com/2015/11/09/apple-isnt-likely-involved-with-the-mysterious-faraday-future/>

지능형 교통시스템 동향

■ 지능형 교통시스템(ITS)에 대한 표준화동향, 사업추진동향 등 요약 소개

- ITS : 기존 교통 인프라에 ICT 기술을 접목하여 교통문제 개선 및 효율성 증대, 현재는 보다 확장된 C-ITS로 발전
- 세계적으로 각 표준화기구에서 총 306가지의 표준이 제·개정 중
- 미국, 유럽, 일본을 중심으로 C-ITS 기술개발이 진행 중
- 국내에서도 1990년대 초부터 ITS 관련 사업을 진행 중

■ 지능형 교통시스템(ITS : Intelligent Transportation System) 개요

- 기존의 도로교통 체계에 정보·통신·전자제어 등의 최신 첨단 기술을 접목
- 차량의 증가 및 물류 운송의 증가로 발생한 세계적인 교통난(혼잡, 안전, 환경문제) 개선이 목적
- 최근에는 도로, 자동차(스마트카), 보행자 간 협력 시스템인 C-ITS(Co-operative ITS)로 발전
- 제공서비스 : 교통관리 최적화, 자동 요금처리, 교통정보 제공 및 연계, 여행자를 위한 정보고급화, 화물운송 효율성 향상, 차량 및 도로의 첨단화 등.

〈그림 1〉 C-ITS 개념도



자료출처 : 국토교통부, 'C-ITS 추진현황', 2015.

표준화 동향

- ITS(C-ITS)는 국제표준으로는 ISO^[1], ITU^[2]에서 표준화를 진행 중이며, 유럽표준으로 CEN^[3], ETSI^[4]에서 표준화를 진행 중
- 국가 ITS 기본계획에서 정의한 7가지 서비스와 ITS를 구현하기 위해 필수적으로 수반되는 통신과 기반 그리고 기타 등 총 10가지로 분류



〈표 1〉 국제 ITS 표준 분류 및 표준화 현황

(단위 : 건)

분 야	내 용	제정 표준	개발 표준
교통관리	- 도로교통의 이동성과 안정성, 지속가능성을 제고하기 위한 정보수집 및 운영 - 교통흐름 및 돌발 상황 관리, 자동 단속, 시설 관리 등	3	5
대중교통	- 대중교통이용의 편의성 제고 - 대중교통운영 정보 수집을 통한 운영 관리 및 여행자에게 정보제공	1	3
전자지불	- 자동 요금 지불체계 구축 - 이용요금 지불에 따른 지체와 이용자 불편, 요금징수업무의 비효율성을 해소	39	11
교통정보 유통	- 지역과 교통수단 단위로 수집되는 교통정보를 효율적으로 활용하고 공유 - 시스템을 연계하여 정보를 취합, 분석, 관리, 배포	4	2
여행정보 제공	- 여행자가 빠르고 편리하게 통행할 수 있도록 교통정보 제공 - 교통관리, 대중교통, 정보유통 시스템과 연계하여 여행자의 교통수단과 경로 선택에 도움	24	17
지능형 차량·도로	- 도로교통의 안전성과 이동성을 보장, 운전자의 편의 향상 - 도로위험요소를 감지하여 운전자에게 알려주거나 차량을 제어	16	27
화물운송	- 화물차량 운행의 최적화와 안전관리 - 화물차량의 운행정보 및 운송화물의 위험도 정보 수집·관리	37	14
기반	전반적인 ITS 서비스와 시스템 구현에 바탕이 되는 기반시설 및 역할과 책임에 대한 표준	26	24
통신	- ITS 서비스 제공시 사용되는 통신 표준 - DSRC^[5], WAVE^[6] 등	36	17
기타	위 분류에 속하지 않은 표준	-	-

※2014.12.기준, 제정 및 개발중인 국제표준은 총 306가지.

※자료참조 : 국토교통부, '해외 ITS 표준동향보고서', 2014.

(1) ISO : 국제표준화기구, International Organization for Standardization.

(2) ITU : 국제전기통신연합, International Telecommunication Union.

(3) CEN : 유럽표준화위원회, Comité Européen de Normalisation. (영문: European Committee for Standardization)

(4) ETSI : 유럽전기통신표준협회, European Telecommunications Standards Institute.

(5) DSRC : Dedicated Short Range Communications, 차량과 차량, 차량과 인프라간 정보 송수신을 위한 표준

(6) WAVE : Wireless Access in Vehicular Environment, 고속 이동환경에서 차량 및 인프라간 데이터 패킷을 짧은시간 내에 무선으로 통신하는 기술표준

■ 국내·외 ITS(C-ITS) 프로젝트 추진 동향

● 미국

- 교통사고와 도로정체 해소 방안으로 정부주도하에 ITS 관련 프로젝트 추진
- 이미 1991년부터 육상교통효율화법을 통해 83개의 시범사업 수행
- 2003년 대규모 ITS 프로젝트인 VII(Vehicle Infrastructure Integration)를 시작으로, 2020년까지 Connected Vehicle의 상용화 목표
- 차량과 운전자의 안정성 및 이동성, 환경개선 등을 목적으로 V2X^[7] 통신시스템 및 인프라를 구축
- 미국 내 6개의 테스트베드에서 운전자 clinic을 수행하며 V2X 서비스에 대한 실효성 검증

〈표 2〉 미국의 ITS 구축 프로젝트

프로젝트명	내 용
Vehicle Infrastructure Integration (2003~2008)	• 교통사고 및 교통정체 해소를 목적 • 실시간 정보 수집 및 제공을 위한 V2V, V2I 통신 환경 구축 • 차량과 인프라(도로변 시설)간 5.9GHz 통신 환경을 조성 • 고객 안전 서비스, 차량이동속도개선, 고객편의 서비스 개발(속도경고, 기상 및 노면상태 알림, 여행자 정보, 고속도로 진출입 제어, 자동요금징수 시스템, 차량원격진단 서비스 등)
IntelliDrive (2009~2010)	• 2008년말 VII 프로젝트가 상용화되면서 2009년 IntelliDrive로 프로젝트명을 변경 • 교통 안전성, 이동성, 환경 개선을 위한 무선통신기술 개발과 서비스 실현을 목표 • 5.9GHz 대역에서 V2V와 V2I 통신을 모두 지원하는 Wave 기술을 개발
Connected Vehicle (2010~2014)	• V2V, V2I 통신 시스템 및 인프라를 구축하여 안전성, 이동성, 환경성을 극대화 • 차량 안전 서비스를 통한 충돌 사고 없는 교통시스템과 운전자들의 주행 상황에 맞는 교통정보를 제공할 수 있는 인프라 구축(2010년부터 미국 전역에 20만개의 노면 기지국을 구축 및 운영)
SaftyPilot (2011~2013)	• Connected Vehicle 프로젝트 서비스 중 안전부분 • 실제 주행환경에서의 V2V 연계기술 시험, 차량기반의 안전시스템에 대한 운전자 반응 및 대응 분석, DSRC 기술의 타당성, 확장성, 안전성, 상호 운영성 등의 평가 • 미시간 주에서 2,800대 이상의 차량과 차량탑재장치를 이용하여 V2V, V2I 협조 시스템의 긴급 브레이크, 전방장애물 충돌 경보, 적신호 경보 등 다양한 C-ITS 서비스에 대한 현장테스트 진행

● 유럽

- 유럽의 C-ITS 관련 기술개발은 유럽위원회(EC)에서 각 국가들이 간접적인 지원을 받아 진행
- 공동 프로젝트 외에 국가별 프로젝트 수행으로 인한 상대적으로 많은 프로젝트가 진행
- EC의 Framework Programmes(FP)^[8] 지원을 받아 수행하며, FP6(2002~2006) 기반에서 처음 추진되었고 FP7(2007~2013)부터 본격적으로 진행
- 향후 2020년 까지 Horizon 2020^[9]을 수립하고 지원 진행 중



(7) V2X : Vehicle to X(everything), 차량과 다른 대상과의 통신. D) V2V(Vehicle to Vehicle), V2I(Vehicle to Infra.), V2N(Vehicle to Nomadic devices) 등

(8) Framework Programmes : 유럽연합(EU)의 범유럽 차원의 R&D 발전을 위한 연구기금 지원 프로그램, 4~7년간 중장기 계획하에 연구 과제를 지속적으로 지원

(9) Horizon 2020: FP, CIP(Competitiveness and Innovation Framework Program 경쟁력·혁신 사업), EIT(European Institute of Innovation and Technology, 유럽혁신기술연구소사업)를 포괄한 사업

〈표 3〉 유럽의 ITS 구축 프로젝트

프로젝트명	내 용
CVIS (2006~2010)	- 차량안전 지원을 위한 V2X 통신요소기술, 차량용 안테나, 라우터 등을 개발 - V2V, V2I 간 통신을 이용한 도심교통관리, 도시 간 교통관리 및 정보제공, 중차량 관리, 통합 여행자 지원, 위험물 관리 등을 서비스
SAFTSPOT (2006~2010)	- 고정밀 위치 인식기술 및 ad-hoc 네트워킹 기술을 중심으로 실시간 주행차량 모니터링과 V2I를 통한 차량 안전서비스 제공 - 교차로안전, 안전추월, 도로 곡선부 경고 등을 서비스
COOPERS (2006~2010)	- V2I 양방향 무선통신환경을 통한 통합 교통운영환경을 실현하고, 신뢰성 및 실시간성을 보장하는 안전한 도로교통 환경을 구현 - 차량과 운전자에게 특정지역의 실시간 상황정보 제공(사고, 공사, 돌발 상황 등) - 차량통제 및 통행료 징수 등의 서비스 제공
COMeSafety2	- C-ITS의 구현과 확장을 지원하는 유럽연합의 표준마련 - 교통효율성 향상 및 부가서비스 분야의 C-ITS 표준 개발 - 유럽 국가 간의 표준 조정 및 조율
TeleFOT	- 차량 탑재용 V2N 디바이스 어플리케이션 현장시험 프로젝트 - 교통정보, 제한속도 경고, 최적경로 등에 대한 방법 개발 및 평가
FOTsis	- V2I, I2I⁽¹⁰⁾의 상용화 테스트 - 독일, 스페인, 포르투갈, 그리스의 도로 인프라에 안전사고 및 긴급서비스 관리, 경로안내, 차량 추적 등 어플리케이션 구축 테스트
Drive-C2X (2011~2014)	- 독일, 이탈리아, 프랑스, 스웨덴, 스페인, 네덜란드, 핀란드 등 유럽의 다양한 장소에서 C-ITS 시스템 현장테스트 수행 및 종합평가 - 차량제조업체, 도로운영기관 등 총 46개 관련업체 및 기관이 참여하여 대규모 V2X 통신시험 및 시스템 검증

● 일본

- 일본은 공공-민간연계로 ITS-Safety 2010라는 국가프로젝트를 추진하며 체계적인 연구개발 및 상용화를 추진
- 이 프로젝트는 V2V, V2I를 사용하는 협력 안전 지원 시스템 실현을 위해 기능 및 개념정립, 실제 도로 테스트를 포함
- 국토교통성이 진행하는 Smartway 및 ITS spot과 경찰청이 진행하는 DSSS (Driving Safety Support Systems)를 수행



〈표 4〉 일본 ITS 구축 프로젝트

프로젝트명	내 용
DSSS	- V2I 통신에 의해 운전자의 주행 상태에 따른 안전정보 제공 및 교통사고 예방 - 전방 신호, 전방 정체, 교차로 충돌방지 정보 제공
Smartway	- 차량정보 및 통신 시스템(VICS), 통행료 자동 징수(ETC) 등에 사용되는 기존 단말기를 통합 5.8GHz의 DSR을 활용한 다양한 서비스 제공할 수 있는 통신 환경 마련 - 추가적인 ITS 서비스 제공 실현을 위한 카드 접근, 보안, 메모리 접근 등과 같은 공통기능 정의
ITS Spot	- Smartway의 통합시스템과 서비스 제공을 위해 고속도로에 인프라 구축 및 적용 - 도로에 구축한 5.8 GHz V2I 통신으로 ETC, 동적경로안내(Dynamic Route Guidance), 안전주행지원(Safe- Driving Support) 등 다양한 서비스 개발

(10) I2I : Infrastructure to Infrastructure

● 국내

- 우리나라는 1993년부터 ITS 도입, 이후 고속도로 시범 및 지역 시범 사업을 거쳐 2000년에 ITS 기본계획 21 수립
- 2000년대에 들어 통행료 전자 지불 시스템(하이패스, Hi-pass) 및 버스운행정보 시스템, 교통카드시스템 등 구축
- 국내에서는 '한국지능형교통체계협회^[11]'를 2011년 새로 발족하고, 표준화 및 사업관리, R&D, 해외협력 등을 추진 중
- 국내 ITS 서비스는 교통관리, 대중교통, 전자지불, 교통정보유통, 여행정보제공, 지능형차량·도로, 화물 운송 등 7개 분야로 구분되어 추진 중

〈표 5〉 국내 ITS 구축 프로젝트

프로젝트명	내 용
Smart Highway (2007~2014)	• ITS 복합 유·무선 통신 인프라 구축 • 차량용 스마트 단말, 콘텐츠 개발 및 시범도로 구축 • 고속도로 구간의 교통정보 수집 및 제공, 교통안전 서비스, 도로이용자 편의서비스 제공
u-Transportation (2010~2012)	• 전국 단위의 단일교통정보 시스템 구축 목표 • WAVE 통신기술 검증, V2X 서비스 시험 • 도심지 교통정보 수집 및 제공 서비스를 지자체별로 시행 • ITS 서비스 단말 및 관제센터 구축

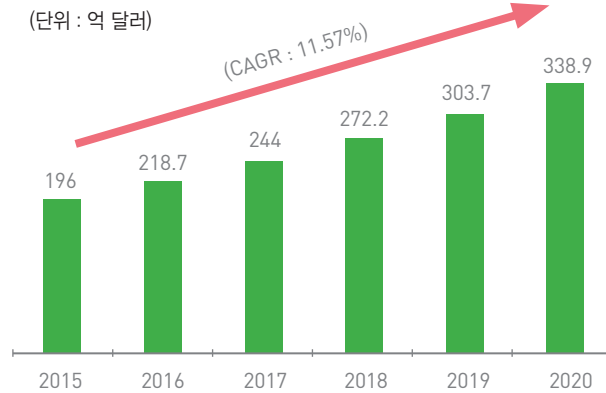
- 현 정부 출범 국정과제로 차세대 ITS 도입 추진(2013.2)
- 국토교통부와 한국도로공사는 2030년까지 3조 5천억 원 가량을 투자
- 차세대 지능형 ITS 구축을 위해 2015년부터 시범사업을 진행 중

■ ITS 시장 전망

- ITS의 관련 시장은 시스템, 어플리케이션, 센서 및 장비 등을 포함하며, 지역적으로 북미, 유럽, 우리나라를 포함한 동북아시아 지역위주로 형성
- 세계 ITS 관련 시장은 2020년 까지 약 339억 달러 규모로 성장할 것으로 예상(CAGR^[12] : 11.57%)
 - 이 중 차량에 탑재되는 시스템 시장의 동기간 성장률은 14.92%로 더 높을 것으로 전망



〈그림 2〉 세계 ITS 시장 전망



자료출처: Markets and Markets, Intelligent Transportation System Market by Component, System, Application, and Geography - Analysis & Forecast to 2015 - 2020, 2015 (재편집)

- 국내 ITS 시장은 2014년 기준 약 4억 달러 규모이며, 세계 시장의 2.4%를 차지

■ 시사점

- 급성장 중인 지능형 교통시스템(ITS)은 앞으로도 높은 성장률을 보일 것으로 예상
 - 자율주행 기능을 보유한 스마트 카 시장과 연계 성장
- 현재 글로벌 시장은 미국, 일본, EU 등 선진국들이 주도
 - 우리나라도 국가적인 지원을 통한 기업체와 연구단체의 협력 연구 및 개발 진행 중
 - 타 국가대비 상대적으로 발달된 통신망 이점 보유를 살려 선진국과의 격차를 줄이기 위한 노력 진행 중
 - ITS 관련 차세대 신기술 보유를 통한 글로벌 시장 점유율 확보를 위해 국가기반과제로 보다 적극적인 투자 개발 필요



참고자료

- * 한국지능형교통체계협회, Monthly ITS, 2015.
- * 한국ITS학회, ITS Brief 제 32호, 2015.
- * 미래부, 스마트교통분야 보안정책방향 논의, 2015.
- * Markets and Markets, 2015.
- * 국토교통부, '해외 ITS 표준동향보고서', 2014.
- * 한국지능형교통체계협회, <http://www.itskorea.kr/>



(11) 구) ITS Korea (1999.)

(12) CAGR : Compound Annual Growth Rate, 연평균복합성장률

디지털 금융혁신 : 로보 어드바이저 (Robo Advisor) 서비스 동향



- 증권업에서 인공지능 기반 로보 어드바이저의 활용이 확대 중이며 제도적 기반도 마련
 - 미국, EU 등 해외에서는 이미 로보 어드바이저를 활용한 주식 중개 서비스를 허용
 - 국내에서도 최근('16.3) 정부에서 '금융자문업 활성화 방안'을 수립하고 로보 어드바이저에 대해서도 자문 운용 허용 방침을 밝힘에 따라 금융서비스의 디지털 혁신 가속화 전망

■ 로보 어드바이저(RA)

- 로봇(Robot)과 투자전문가(Advisor)의 합성어로 고도화된 알고리즘과 빅데이터를 기반으로 주식 포트폴리오를 설계, 매매 등의 증권 거래 업무를 자동적으로 수행하는 지능형 서비스
- RA가 정보를 분석하고 작성한 포트폴리오를 자문 인력이 자문에 참고하는 수준에서 나아가 RA가 사람의 개입없이 정보 분석, 포트폴리오 설계, 자산 운용을 직접 수행하는 형태까지 가능하여 그 성능에 따라 금융계의 업무 방식과 일자리에 상당한 영향을 미칠 것으로 기대

■ 해외 현황

- 미국, EU 등의 경우 로보 어드바이저(Automated Investment Tool(AIT)이라고도 함)를 활용한 자문업자를 기존 자문업자와 동일한 규제 적용
 - 미국은 2008년부터 로보 어드바이저 업체가 본격적으로 태동하여 2015년 말 기준 60여 개 업체가

사업을 진행 중, 크레디트스위스에 따르면 2020년에는 미국 내 투자금액 중 6%인 약 2조달러가 로보 어드바이저로 운용될 것으로 예상

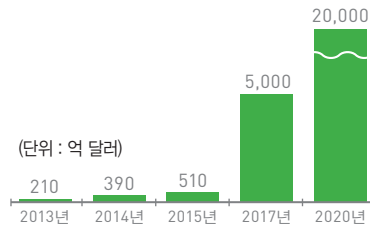
※ 현재, 웰스프리트, 배터먼트, 퓨처어드바이저, 와이즈반얀 등이 로보 어드바이저 기반 자산운용 또는 투자자문 서비스를 제공하고 있으며 상위 15개 업체 운용자산 규모가 510억달러(58조원)에 달함
- 아시아에서는 홍콩에 20~30개 업체가 존재하며 일본은 작년부터 로보 어드바이저 활성화를 위해 관련 규제 개혁에 착수

- 유럽 증권시장감독청은 금융자문분야의 자동화와 관련 보고서 (Automation on Financial Advice)에서 규제 필요성 및 감독 강화 가능성 시사하고 의견수렴 중

〈글로벌 로보 어드바이저 운용자산〉

* 2017년, 2020년은 전망치.

자료 : 크레디트스위스 AT커니



자료 : 매일경제(2016. 4. 11)

업체	운용자산	최소 투자금	수수료율
웰스프리트	20억 달러	5,000달러	0.25%
배터먼트	15억 달러	제한없음	0.15 ~ 0.35%
퓨처어드바이저	2.3억 달러	제한없음	0.50%
와이즈반얀	1,400만 달러	제한없음	무료
마켓라이더스	40억 달러	2만 5,000 달러	월 14.95 달러
퍼스널캐피탈	10억 달러	10만 달러	0.49 ~ 0.89%
런베스트	자문 서비스만 제공	-	19 ~ 399 달러
너트메그	비공개	1,000파운드	0.3 ~ 1.0%

자료 : 2015년 2월 기준, KB금융경영연구소

금융회사	도입 시기	주요 내용
찰스 슈워브	2015. 3	자체 시스템(인텔리전트 포트폴리오) 개발
뱅크 오브 아메리카	2015. 4	자체 시스템(VPAS) 개발
블랙록	2015. 8	로보업체 퓨처어드바이저 인수
에버딘	2015. 9	로보업체 파메니언캐피탈 파트너스 인수
피델리티	2016. 3	로보업체 배터먼트와 제휴
골드만삭스	2016. 3	로보업체 어니스트달러 인수
BoA	2016년 예정	자체 시스템 개발 중

자료 : 국제금융센터

■ 국내 현황

- 최근 (‘16. 3) ‘금융자문업 활성화 방안’에 따라 로보 어드바이저에 대해서도 자문 운용을 허용 방침을 밝힘
- 현재는 사람의 개입 없이 로보 어드바이저가 창구 등 ‘프런트 오피스(front office)’에서 직접 서비스 없음

※ 자본법령상(자본시장과 금융투자업에 관한 법률) 자문 운영인력이 아닌 자의 자문, 일임 업무를 제한하고 있어 로보 어드바이저가 직접 자문 일임하는 행위는 제한

※ 제98조(불건전 영업행위의 금지), 3항 3. 투자권유자문인력 또는 투자운용인력이 아닌 자에게 투자자문업 또는 투자일임업을 수행하게 하는 행위

- 국내에서는 4개 은행, 10개 증권사 등이 올해 중 로보 어드바이저를 활용한 자산 관리서비스를 개시할 예정
- 로보 어드바이저 오픈 베타 사이트로 개소해 회사별로 대표 포트폴리오를 등록하고 RA가 직접 운영하여 알고리즘의 정상 작동 여부를 확인하는 검증 단계를 시행중

〈표 1〉 국내 금융회사 RA 서비스 추진 현황

구분	기업	특징
투자자문	쿼터백	글로벌 ETF 2,500개의 특징, 성과 상관관계 등을 데이터베이스화해 투자자 요구와 시장상황에 맞춘 포트폴리오 제공
	씨미트	펀드 주식, ETF, 파생상품, 채권 등 모든 금융 상품 투자
증권사	KDB대우증권	쿼터백, AIM, 디셈버앤컴패니 등 RA 업체와 서비스 개발 제휴
	NH투자증권	디셈버앤컴퍼니의 RA엔진을 활용해서 글로벌 펀드 포트폴리오 구성하여 투자하는 국내 최초로 RA서비스인 QV로보어카운트 출시
	신한금융투자	RA에 기반한 글로벌 상장지수펀드(ETF) 포트폴리오를 구성하고 '키움쿼터백 글로벌 로보 어드바이저펀드'라는 공모 펀드 출시(16.4.29)
	한국투자증권	'15.3월 출시한 매직솔루션 서비스를 RA서비스로 업그레이드
	삼성증권	RA 플랫폼 핵심 기술인 투자성과 검증시스템 개발하고 국내 최초로 특허 출원 ('16.1)
은행	KB은행	쿼터백투자자문과 RA 자문형 신탁상품 출시
	KEB하나은행	RA서비스인 사이버 PB(가칭) 베타버전 출시 계획
	우리은행	오픈베타서비스(3.14) 개시하고 일반인을 대상으로 투자목적에 따라 일반투자, ISA투자, 퇴직투자 자금 부문별 개인 맞춤형 포트폴리오 제공

- 매일경제신문사는 '로봇 vs 인간 주식 실전 투자대회'를 개최하고 6개월 간 10억 원씩의 운영 실적 경쟁

〈매경 로보 투자대회 개요〉

참여 업체	• 로보 어드바이저 부문 - 삼성증권, 퀵투자자문, 위즈도메인 • 인간 부문 대표 - KB밸류포커스펀드(최웅필), 신영밸류고배당펀드(박인희), 한국투자네비게이터펀드(박현준)
대회 일정	• 평가 기준 - 업체별 운용자산 10억 원 - 수익률 벤치마크는 코스피200지수 및 액티브 주식형펀트 평균 수익률 • 대회 일정 - 4월 8일 ~ 10월 7일 6일간 대회 - 10월 중 수익률 최우수 업체 시상

〈로보 어드바이저 참여업체 현황〉

구분	삼성증권	퀵투자자문	위즈도메인
로봇	POP ROBO 주식형 1	QQTS	위즈봇 1호
주요전략	자산 운용의 위험 감내 수준에 따른 정밀 리밸런싱	시장 상황 예측에 따라 지수선물 매수 또는 매도	기업 보유 특허가치 평가해 저평가 기업에 분산투자
목표수익률(6개월)	코스피200 대비 5% 이상	7.5%	7%

순위	회사명	펀드명	로보 어드바이저 여부	누적수익률
1	쿼크투자자문	QQTS (BM : 룡숏펀드평균)	0	2.36%
2	신영자산운용	신영밸류고배당	X	-0.39%
3	KB 자산운용	KB밸류포커스	X	-0.56%
4	위즈도메인	위즈봇 1호	0	-1.22%
5	한국투자신탁운용	한국투자네비게이터	X	-1.87%
6	삼성증권	POP ROBO 주식형 1	0	-2.98%
BM	룡숏펀드평균			-0.04%
BM	KOSPI200			-0.02%

자료 : http://www.shinhaninvest.com/event/robo_160330/event.jsp (투자 누적수익률은 매일 변경됨)
/ 2016. 5. 9. 기준

- 금융위원회는 로보 어드바이저(RA) TF를 구성(4월 30일 킥오프)하고 국내 로보 어드바이저(RA)들을 검증할 '오픈베타 사이트'를 개설할 예정(7월 중)인데, TF에서 논의된 결과들을 바탕으로 검증 기준을 마련 계획

■ 시사점

- 증권계에 직접적 일자리 변화 야기시키며 동시에 그에 따른 인력들의 새로운 역량 개발을 요구
 - 우수한 성능의 알고리즘을 위해서 금융, 경제지식과 소프트웨어공학 지식이 접목되어야 하며, 이러한 전문 융합 인력의 수요가 증가할 것
 - 인간보다 뛰어난 절대적 성능을 가지는 알고리즘 출현여부에 따라 인공지능과 인간간의 협력 관계 결정될 것
 - 안전성 위주의 알고리즘으로 획기적 성과 기대가 어려우나 몇몇 '베타 테스트'에서 로봇이 인간보다 우세한 성능을 보임
 - 로보 어드바이저들간의 알고리즘 경쟁 양상 또는, 로보 어드바이저의 분석 결과를 인간이 활용하는 보완적 공생 관계가 가능
 - 알고리즘 오류에 대한 안전 장치 필요
 - 현재, 로보 어드바이저의 성능 검증 규칙 마련을 준비 중이며 향후 유사한 인공지능기반의 정보서비스의 인증 평가 등에 활용 가능
 - 적합성을 인정받은 알고리즘이라 하더라도, 예측 실패에 따라 막대한 손실을 보는 경우가 발생할 수 있으므로 이에 대한 보완책 등의 마련 필요
- ※ 미국 증권거래위원회(SEC)는 금융산업감독위원회(Financial industry regulatory authority)와 함께 RA 관련 소비자 주의보 발령하여 RA의 한계와 계약 조건 등에 대한 세심한 확인을 강조하는 수준 ■





가상현실(VR) 2018년 '현실'이 된다

영화 '매트릭스(MATRIX)'는 많은 이들에게 현실과 가상현실에 대한 생각을 다시 한 번 느끼게 한 영화였다. 어느 게 현실이고 어느 게 꿈(가상)인지에 대해 구분조차 힘든 상황에까지 이를 수 있다는 것을 보여줬다. 매트릭스에서 주인공 네오(키아누 리브스 분)는 자주 이렇게 말한다.

“너 그런 기분 알아? 꿈과 현실이 엉킨...”

기계가 지배하는 사이버 공간에 맞서 싸우는 야전사령관 모피어스(로렌스 피쉬번 분) 또한 극중에서 네오에게 현실과 꿈에 대해 여러 차례 묻는다.

“같은 꿈을 꿨 본 적이 있나? 네오.”

“꿈과 현실을 구별할 수 있겠나? 네오.”

21세기 지금 가상현실(Virtual Reality)이 우리에게 이 같은 질문을 하게끔 만들고 있다. VR이 몰고 올 콘텐츠 혁명과 변화는 어떤 흐름으로 이어질까. VR 시장을 이끄는 선도 기업이 우리나라에서 탄생할 수 있을까. 이 질문에 답하기 위해서는 VR의 현재를 파악하는 것이 중요하다.

■ 시장전망 각양각색, 성장에는 이론 없어

VR 시대가 성큼 다가왔다. VR은 컴퓨터로 만든 가상공간에서 시각·청각·촉각·미각·후각 등 감각정보를 활용한 상호작용을 통해 공간적, 물리적 제약에 의해 현실 세계에서 직접 경험하지 못하는 상황을 실감적으로 체험할 수 있도록 하는 기술을 총칭한다. 현실과 구분이 되지 않는 가상의 공간에서 실제처럼 받아들일 수 있는 공간인 셈이다. 전 세계적으로 여러 조사업체들이 다양한 수치를 통해 향후 전망을 내놓고 있다. 구체적 수치에 차이는 있는데 공통적으로 VR 시장은 확대될 것으로 전망했다.

시장조사업체 트렌드포스는 2020년에 연간 3,800만대의 VR 기기가 팔릴 것으로 예상했다. VR 기기 시장 규모가 200억 달러에 이를 것으로 내다봤다. VR과 관련된 콘텐츠 시장까지 합할 경우 전체 VR 시장 규모는 최대 700억 달러에 이를 것으로 추정했다. 시장조사업체 IDC도 VR 기기가 매년 3배씩 판매량이 늘어 2020년에 6,480만 대에 이를 것으로 분석했다. VR 스트리밍에 주목한 시장 전망치도 나와 있다. 2015년 7월 넥

정종오 아시아경제 기자

ikokid@asiae.co.kr

스트VR이라는 회사는 맨체스터 유나이티드와 FC 바르셀로나의 축구경기를 VR 콘텐츠로 실시간 중계하는데 성공했다. 각종 스포츠를 즐길 때 현장에 있지 않더라도 VR을 통해 실감나게 즐길 수 있는 시대가 온 것이다. 골드만삭스는 이 같은 소식을 인용하면서 2025년에 VR 스트리밍 시장이 41억 달러에 이를 것으로 전망했다.

미래창조과학부는 지난 1월19일 서울 광화문에 있는 문화창조벤처단지에서 최재유 미래부 2차관이 참석한 가운데 'ICT 정책해우소'를 개최했다. 이 자리에서 위원식 위즐리앤컴퍼니 이사가 'VR 동향과 신(新) 시장·플랫폼 선점 방안'이라는 자료를 발표했다. 위즐리앤컴퍼니는 VR컨설팅회사이다. 발표 자료를 보면 VR 시장은 2020년에 300억 달러 규모로 현재보다 약 30배 성장할 것으로 예상했다. VR 소프트웨어(SW)시장은 2018년에 약 46억 달러 규모로 증가할 것으로 전망했다. VR 이용자는 2016년 약 5,500만 명 이상으로 급증할 것으로 분석했다. VR HMD(Head Mounted Device) 구입은 약 3,900만 명으로 예상했고 이중 3,000만 명은 모바일 기반일 것으로 전망했다. 모바일 VR은 아시아의 2억 5,000만 명에 이르는 안드로이드 이용자가 주도할 것으로 예상했다. 반면 미국과 유럽 시장은 콘솔과 PC기반의 초기 확산이 매우 빠를 것으로 분석됐다. 초기 투자비용 이용자들은 콘솔기반의 HMD에 대한 강력한 구매 의사를 보이고 있다는 것이 그 이유이다.

■ VR을 만드는 기술들

VR 시장은 가상환경 구현을 위한 물리적 도구인 하드웨어, 이를 구동하는 소프트웨어, 내용이 되는 콘텐츠, 이들을 결합해 다양하게 적용되는 분야 등으로 구성된다. VR은 CPND(Content-Platform-Network-Device)기반의 방송, 영화, 통신, 게임, 제조, 의료, 가전, 모바일, 자동차와 로봇 등의 다양한 기반 산업들과 융합되는 흐름에서 쉼튼다. 이런 측면에서 본다면 융복합 생태계를 키우는 것이 무엇보다 중요하다. 'VR 생태계'를 만드는 것이 우선이다.

콘텐츠(Content)는 2D, 3D, 360도 기반 등 다양하다. 플랫폼(Platform)은 안드로이드, iOS, 콘솔, 데스크톱 등이 있다. 네트워크(Network)는 SK텔레콤, KT, LG유플러스 등이 있고 마지막으로 디바이스(Device)는 현재 관련 기기를 내놓고 있는 삼성, 구글, LG 등이 존재한다. CPND가 어떻게 유기적으로 묶이고 함께 성장하느냐가 관건이다.

업체들도 빠르게 VR 시장으로 이동하고 있다. 스마트폰이 중심인 '스마트시대'를 지나고 'VR 시대'로 진입하는 것을 기정사실화하고 있다. 이미 스마트폰 성장은 한계점에 다다랐다는 분석까지 나오고 있다. 앞으로 VR 시장은 미래 성장 동력의 하나가 될 것으로 보인다. 삼성과 소니, 구글, 애플 등이 앞 다퉈 HMD를 출시하고 있다. 구글은 값싼 '마분지'를 이용해 만든 '카드뷰어 보드'를 만들어 간단하게 VR을 즐길 수 있는 제품까지 내놓았다. 페이스북은 2014년 3월 VR 디바이스업체인 '오쿨러스VR'을 인수해 VR콘텐츠 스토어 개발에 적극 나서고 있다. 미래부 등 정부부처는 이 같은 흐름이 가시화되면서 VR을 포함한 디지털콘텐츠 육성계획을 내놓고 있다. VR은 센서, 고성능 컴퓨터, HMD 등 디바이스 산업은 물론 게임 산업 등의 발전을 동시에 이끄는 ICT 생태계의 견인차 역할을 할 것이라고 강조했다.

미래부와 문화부는 지난 2월 19일 서울 여의도 컨싱턴 호텔에서 '문화와 ICT융합을 통한 콘텐츠 신시장 창출 간담회'를 공동으로 개최했다. 두 부처는 VR 신산업 육성방안으로 앞으로 3년 동안 약 1,850억 원을 투자할 계획이라고 발표한 바 있다.

VR 산업은 글로벌 ICT기업들(애플, 페이스북, 소니, MS, 구글 등)이 미래성장동력으로 주목하면서 VR기와 플랫폼 선점을 위해 경쟁 중인 분야이다. 정부는 SW와 초고화질 디스플레이, 5G 등의 발전으로 VR게임·체험, VR 360영상 등 새로운 VR 생태계가 창출되며 고성장할 산업으로 꼽았다. 정부는 VR이 앞으로 계



임, 스포츠 훈련, 가상치료, 전투훈련, 주행 시뮬레이션, 실감 교육 등 다양한 분야와 융합이 가능한 미래지향적 산업이라고 판단하고 있다.

VR 기술은 문화와 타 산업에서 활용될 수 있는 핵심 디지털 기술로 새로운 유형의 디지털콘텐츠 창출이 가능하다고 진단했다. 이 같은 VR 육성 배경에는 국내 게임 산업이 2013년 이후 성장세가 둔화되는 추세에 있는 것과 무관하지 않다. 우리나라의 MMORPG(Massive Multi-player Online Role Playing Game) 게임 시장은 2009년 6조 6,000억에서 매년 10~20%씩 성장해 2012년 9조 7,500억 원까지 성장했다. 2013년에는 9조 7,000억 원으로 마이너스 성장을 했고 2014년 9조 9,700억 원으로 정체되고 있다. 차세대 디지털콘텐츠 육성이 필요하다는 것이다.



■ VR, 이렇게 이용되고 있다

VR은 의료, 항공, 군사, 건축, 게임, 스포츠 등 전 분야에 적용이 가능하다. 최근 의료 분야에서 가장 큰 이슈는 '로봇 수술'이다. 의사들이 로봇을 이용해 수술하는 것을 말한다. 로봇수술을 하기 위해서는 사전에 많은 교육이 필요하다. 이때 이용할 수 있는 것이 VR이다. 입체적 VR 공간에서 직접 수술하는 것과 같은 효과를 통해 사전에 충분히 실습할 수 있다. 뿐만 아니다. 가상내시경도 주목받고 있다. 가상내시경은 자기공명영상(MRI)과 컴퓨터단층촬영(CT)으로 제공받은 영상을 가상공간에 만들어 해당 부위를 살펴보는 것을 말한다. 환자의 고통이 없는 가상공간에서 내시경이 이뤄지기 때문에 장점이 많다. 여기에 특정 환자를 수술할 때 사전에 환자의 기관이나 조직들을 가상공간에서 구분하고 가시화해 어떤 방법으로 수술하는 것이 가장 좋은 것인지에 대해서도 VR을 이용할 수 있다. 의료 분야에서 VR 시장은 매력적 콘텐츠임에 틀림없다.

항공과 우주 분야에서 VR는 절대적이다. 항공 시뮬레이션은 이미 광범위하게 이용되고 있다. 대부분의 항공사에서 조종사를 훈련할 때 VR을 이용한다. 미국 항공우주국(NASA)은 우주비행사를 교육시킬 때 가상공간을 이용한다. 실제와 똑같은 환경을 만들고 실시간 데이터를 제공해 마치 현실에서 비행하는 것과 같은 효과를 연출한다. 항공과 우주선 시뮬레이션은 조종실, 영상장치, 유압장치, 컴퓨터 시스템 등으로 구성된다. 조종실 내부의 모든 구성품은 실제와 똑같다. 또 각각의 상황에 맞는 사운드까지 VR로 가능해 진짜 비행하는 것과 똑같은 상황을 보여준다.

VR이 빠르게 확산되고 있는 분야는 교육과 엔터테인먼트 분야이다. VR은 입체감과 몰입감이 매우 우수한 콘텐츠 중 하나이다. 이 때문에 교육과 오락 등으로 급속히 확산되고 있다. 교육 분야에서는 VR과 함께 증강현실 기법이 결합되면서 물체나 물리적 현상을 화면에 그대로 제공할 수 있다. 기존의 텍스트 중심의 교육에서 벗어나 현장에 가지 않더라도 VR을 통해 입체적 교육이 가능한 셈이다. 여기에 오락적 기능까지 결합한다면 교육 효과는 더욱 증가할 것으로 판단된다.

엔터테인먼트 분야에서는 게임과 영화가 VR 시대의 첨병이 될 것으로 예상된다. 이미 3D콘텐츠를 보는 것은 낯설지 않다. 3D를 지나 지금은 4D 시대로 진입하고 있다. 국내 영화관의 경우 3D와 함께 4D 상영관이 늘어나고 있다. 입체적 영상과 함께 앞으로 후각 등 다양한 감각을 충족하는 기술까지 가능할 것으로 보인다. 실제 프랑스의 베이퍼커뮤니케이션즈(Vapor Communications)는 '오픈 듀오(oPhone DUO)'라는 냄새를 전달하는 스마트폰을 내놓았다. 소형기기를 통해 냄새를 구현한 것이다.



각 분야에 VR 비중이 확대될 것이란 전망에 대해 전문가들은 대부분 의견을 같이한다. VR은 아직 군사 분야가 많은 비중을 차지하고 있다. 시간이 갈수록 게임 등 엔터테인먼트 분야로 확대될 것으로 보인다. 위원식 위즐리앤컴퍼니 이사는 'VR 동향과 신(新) 시장·플랫폼 선점 방안'이라는 자료를 통해 "VR 초기에는 HMD 중심의 성장이 중심을 이루겠는데 앞으로 콘텐츠와 애플리케이션 시장이 주류가 될 것"이라며 "현재는 특정 HMD에 의존적으로 제작되고 있는 플랫폼 선점 경쟁이 더욱 치열해질 것으로 예상된다"고 설명했다.

■ 2016년 CES에서 본 VR의 미래

지난 1월 개최된 '2016 CES(Consumer Electronics Show)'는 앞으로 다가올 VR의 미래를 가능케 할 수 있는 계기가 됐다. 올해 CES의 VR 이슈에서는 전문가용과 소비자용 하드웨어(HW)의 양극화가 뚜렷했다는 평가를 받았다. 콘텐츠보다는 HW중심으로 투자를 받기 위한 스타트업이 주도하고 있다는 것을 말해준다. 여기에 중국의 VR 관련 제조 기업들이 시장에 빠르게 진입하는 단계임을 보여줬다. 한마디로 2016 CES에서는 VR 콘텐츠, 플랫폼과 융·복합기기보다는 콘텐츠 제작을 위한 하드웨어 중심의 전형적 초기시장 형태를 보이고 있다는 것을 말해준다.

최정환 스코넥엔터테인먼트 부사장은 인터뷰를 통해 "VR 시장이 미래를 선도하는 하나의 핵심 영역이 될 것은 의심되지 않는데 문제는 아직까지 B2C(기업대 소비자)로 나아가기 위해서는 해결해야 할 숙제들이 많다는 데 있다"고 지적했다. 여전히 VR 관련 장비를 구입하는데 높은 비용이 들어간다는 것이다. 제대로 된 VR 콘텐츠를 즐기기 위해서는 VR 기기와 콘텐츠 등에 100만~200만 원 이상이 필요하다고 지적했다. 최 부사장은 "2016년은 VR 관련 하드웨어 업체들이 저변을 넓혀나가는 시기가 될 것"이라며 "내년과 2018년을 거치면서 2, 3세대 VR 기기가 나오고 이 시기가 되면 본격적으로 B2C 시장이 열리고 확대될 것"이라고 설명했다.



■ 해결해야 할 문제

저변을 확대하기 위한 정부의 지속적인 정책적 노력이 필요하다는 지적이 많다. 각종 정책 사업간 지원 내용에 대한 유기적 연계와 협력도 중요하다. 범부처 차원의 연구개발(R&D) 로드맵을 작성하고 여기에 근거한 부처별 정책을 체계적으로 추진해야 한다는 것이다. 무료서비스 보급을 확대하고 최소 3년 동안 지속 투자가 필요하다고 전문가들은 지적했다. 이를 통해 이용자의 참여를 확대하고 콘텐츠 공급량을 확보해야 된다는 것이다. 이용자 참여가 확대되면 VR 기반이 갖춰질 것이고 이어 수익모델 창출과 수익을 분배하는 비즈니스모델로 이어가야 한다는 의견이 많다. 이와 함께 지속적인 R&D 투자, 전문연구기관과 사업화 전문기관 구축, 정책지원의 지속성, 기술 확산 보급, 법과 제도 구비 등이 필요하다는 목소리 또한 높다. ■

소프트웨어 생산 현황

국내 소프트웨어 생산 현황

출처/시기 : KAIT, KOCCA / 2016. 5

〈표 1〉 월별 소프트웨어 생산 동향(단위 : 십억 원, 전년 동기 대비 증감률)

통계 내용

구 분		2014년	2015년				
			1분기	2분기	3분기	4분기	15년 계
패키지 SW	생산액	8,144	1,490	1,640	1,635	2,008	6,773
	증감률	25.8%	-20.9%	-15.9%	-18.0%	-13.4%	-16.8%
IT서비스	생산액	29,374	7,024	7,439	7,396	9,564	31,424
	증감률	1.2%	11.2%	6.5%	7.0%	4.5%	7.0%
게임	매출액	9,919	2,460	2,527	2,776	-	-
	증감률	-7.0%	2.2%	8.5%	13.6%	-	-
소계 (게임제외)	생산액	37,518	8,514	9,079	9,031	11,572	38,196
	증감률	5.7%	3.8%	1.6%	1.4%	0.9%	1.8%

※ 게임은 생산액이 아닌 매출액을 기준으로 집계되고 있으며, 분기별로 매출실적 집계(KOCCA, 3분기 콘텐츠 산업 동향분석 보고서, 2015. 12. 28)

생산 동향

- 패키지소프트웨어 : '15. 4분기 패키지SW는 전년 동기 대비 13.4% 감소한 2조 82억 원으로 집계, '15년 누적 패키지SW 생산액은 전년 대비 16.8% 감소한 6조 7726억으로 집계됨
- '15년 패키지소프트웨어 생산액 중 시스템 소프트웨어 생산액(2조 9048억 원)은 전년 대비 7.8% 증가, 응용소프트웨어(3조 8678억 원)는 29.0% 감소
- IT서비스 : '15. 4분기 IT서비스는 전년 동기 대비 4.5% 증가한 9조 5641억 원으로 집계, '15년 누적 IT서비스 생산액은 전년 대비 7.0% 증가한 31조 4236억으로 집계됨
- '15년 IT서비스 생산액 중 IT컨설팅 및 시스템 통합(16조 4963억 원)은 전년 대비 2.6% 감소, IT시스템관리 및 지원서비스(13조 5875억 원)는 20.2% 증가, 기타 IT서비스(1조 3398억 원)는 18.4% 증가

소프트웨어 수출 현황

국내 소프트웨어 수출 현황

출처/시기 : SPRi · KAIT, KOCCA / 2016. 5

〈표 2〉 월별 소프트웨어 수출 동향(단위 : 백만 달러, 전년 동기 대비 증감률)

구 분		2014년	2015년				
			1분기	2분기	3분기	4분기	15년 계
패키지 SW	수출액	2,807	693	675	668	742	2,778
	증감률	33.3%	26.6%	-9.6%	-0.2%	-12.1%	-1.0%
IT서비스	수출액	2,746	724	865	742	911	3,242
	증감률	31.5%	6.5%	41.4%	12.6%	14.4%	18.0%
게임	수출액	2,939	713	727	868	-	-
	증감률	8.2%	8.9%	4.6%	11.3%	-	-
소계 (게임제외)	수출액	5,553	1,416	1,540	1,411	1,652	6,019
	증감률	32.4%	15.5%	13.4%	6.2%	0.7%	8.4%

※ 패키지소프트웨어, IT서비스 수출액은 매월 입금된 금액을 기준으로 집계

※ 게임 산업은 분기별로 수출 실적을 집계하고 있으며, 수출액은 분기별 평균 환율을 적용하여 산출(KOCCA, 3분기 콘텐츠산업 동향분석 보고서, 2015. 12. 28)

통계 내용

수출 동향

- 패키지소프트웨어 : '15. 4분기 패키지SW는 전년 동기 대비 12.1% 감소한 7억 42백만 달러로 집계, '15년 누적 패키지SW 수출액은 전년 대비 1.0% 감소한 27억 78백만 달러로 집계됨
 - '15년 패키지소프트웨어 수출액 중 시스템 소프트웨어 수출액(1억 51백만 달러)은 전년 대비 5.4% 감소, 응용소프트웨어(26억 26백만 달러)는 0.8% 감소
- IT서비스 : '15. 4분기 IT서비스는 전년 동기 대비 14.4% 증가한 9억 천만 달러로 집계, '15년 누적 IT서비스 수출액은 전년 대비 18.0% 증가한 32억 42백만 달러로 집계됨
 - '15년 IT서비스 수출액 중 IT컨설팅 및 시스템 통합(21억 33백만 달러)은 전년 대비 16.1% 증가, IT시스템 관리 및 지원서비스(11억 3백만 달러)는 21.6% 증가

기계학습의 발전 동향, 산업화 사례 및 활성화 정책 방향

– 딥러닝 기술을 중심으로



Executive Summary

■ 인공지능 기계학습의 산업적 중요성

- SW는 이제 국가 전체의 경쟁력 확보를 위한 필수 요소가 되었다. 해외 선진 기업들은 고도화된 SW 기술을 기반으로 전통적인 IT 분야 뿐 아니라 자동차, 의료, 경제, 교육, 문화 등 거의 모든 분야에서 혁신을 주도하고 있다.
- 인공지능 기계학습의 발달은 지적 활동의 자동화에 대한 가능성을 열고 있다는 점에서 그 파급 효과가 매우 크고 광범위할 것으로 전망된다.
- 최근 딥러닝을 중심으로 급격히 발전한 기계학습 기술은 실용화를 위한 요구 수준과 실제 인공지능 기술 간의 격차를 크게 좁히며 다양한 지능형 시스템의 출현을 예고하고 있다.
- 인공지능 기계학습은 많은 양의 데이터가 발생하는 빅데이터나 사물인터넷 시대에 필수적인 핵심 SW 기술이다.
- 구글, 테슬라를 비롯한 선진 SW기업들은 기계학습 기술을 스마트카, 핀테크, 스마트 헬스케어 등 고부가 가치 융합분야에 적용하여 새로운 가치를 창출하고 있다.

■ 기계학습 및 딥러닝 기술 소개

- 현재 기계학습 기술은 딥러닝을 중심으로 매우 급격히 발전하고 있다.
- 딥러닝은 데이터로부터 고수준의 정보를 학습하는 기술로 주로 깊은 신경망에 기반한다.
- 딥러닝의 핵심 방법론으로는 사전학습(pre-training) 알고리즘, 컨볼루션 네트워크(CNN), 순환신경망(RNN) 등이 있다.
- 딥러닝은 다양한 분야에 적용되어 기존 방법을 압도하는 탁월한 성능을 보이며, 인공지능 시스템의 실용화에 대한 기대를 높이고 있다.

■ 기계학습 기술의 최근 발전 동향 및 산업화 사례

- 기계학습 분야에서 최근 이루어진 주요 발전 내용은 새로운 딥러닝 모델 및 계층의 개발, 새로운 학습 알고리즘 및 학습 결과의 이해 방법, 딥러닝과 기존 방법론을 결합한 새로운 응용의 발굴 등이 있다.
- 구글, 마이크로소프트, 페이스북, 지멘스, 캐스피다, 크리에오, 아마존, NVIDIA 등의 선진 기업들은 기계학습 기술을 인터넷 서비스, 생산공정, 우편자동화, 의료, 보안, 광고, 배송, 지능형자동차 등 다양한 분야에 적용하여 수익을 창출하고 있을 뿐 아니라 새로운 시장을 개척하면서 주도권을 확보하고 있다.

■ 해외에서의 기계학습 기술 발전 및 산업 활성화 성공 요인

- 기계학습의 학문적/산업적 성공의 배경에는 학계의 뛰어난 리더들, 풍부한 공개 데이터, 지속성 있는 기술 컨테스트에 의한 성능 중심의 기술경쟁, 오픈소스, 연구성과 공유를 위한 빠른 출판 미디어, 연구 성과의 언론 보도에 의한 대중적 이슈화 등이 있다.
- 반면 우리나라에서는 전문 인력의 양적/질적 부족, 학습/평가 데이터의 부족, 성능보다 SCI 논문 중심의 경직된 평가제도 등이 기술 발전과 산업화의 장애물이 되고 있다.
- 기계학습 기술 발전 및 산업 활성화를 위해서는 이 같은 장애물들을 극복하고 해외에서 성공적이었던 제도 및 문화를 도입하여 좋은 기반을 구축하는 것이 필요하다.

■ 기계학습 기술 발전 및 산업 활성화를 위한 정책적 방안

- 기계학습 기술에 의한 변화에 효과적으로 대응하지 못할 경우 산업 전반에 있어서 세계적 추세를 따라가지 못하고 경쟁력을 잃어버릴 가능성이 있다. 따라서 기계학습 기술 발전 및 산업화에 대한 정부 차원의 큰 그림과 체계적 추진 및 지원이 요구된다.
- 깊이 있는 기계학습 전문가를 육성하기 위해서는 오픈소스를 활용한 응용 연구 뿐 아니라 방법론 중심의 심도 있는 연구에 대한 지원이 필요하다.
- 기술 컨테스트를 지속적으로 개최하여 현실적 문제들을 제시하고, 참가팀들의 기술을 성능 중심으로 평가한 후, 그 결과를 공개한다면 해외의 사례와 같이 학계 및 산업계의 투명성을 높이고, 논문보다 성능 중심의 실질적 연구를 장려하는 효과를 거둘 수 있을 것이다.
- 기계학습에 필수적인 학습/평가 데이터와 컴퓨팅 인프라를 구축하고 기술 컨테스트와 연동하여 제공한다면 정부의 지원이 실질적인 핵심 기술의 개선으로 이어지도록 유도할 수 있을 것이다.

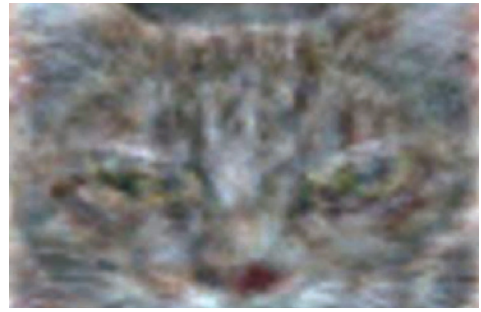
1. 서론

몇 년 전까지만 해도 인공지능 및 기계학습은 전문가들이 사용하는 용어였다. 그러나, 이제는 누구나 한 번쯤은 들어봤을 정도로 친숙한 용어가 되었다. IBM의 인공지능 ‘왓슨(Watson)’이 제퍼디(Jeopardy) 퀴즈쇼에서 사람과 경쟁해 우승한 것과 구글이 딥러닝(deep learning) 알고리즘을 이용해 대량의 영상으로부터 고양이 얼굴을 스스로 학습해 낸 사례 등은 일반인들에게도 이미 널리 알려졌다. 또한, 인공지능을 소재로 한 다수의 영화들이 상영되어 사람들의 관심을 끌기도 했다. 세계적으로 인공지능이 주목 받는 이유는 인공지능 기술이 단순한 화제 거리에 그치지 않고 여러 분야에서 상당한 성과를 보이며 사람들의 일상생활과 산업에 변화를 일으키고 있을 뿐 아니라 앞으로 그 영향력이 더욱 커질 것으로 예상되기 때문이다. 구글의 CEO 에릭 슈미츠가 “머신러닝 기술의 출현은 앞으로 5~10년 안에 많은 산업에 영향을 끼칠 것이라 확신합니다.” 라고 말한 것과⁽¹⁾, 마이크로소프트의 창업자 빌 게이츠가 “다음 30년 동안은 역사상 가장 많은 진보가 이뤄질 것입니다” 라고 말한 것은⁽²⁾ 기계학습을 중심으로 한 SW기술 발전이 광범위한 분야에서 큰 변화를 가져올 가능성을 시사한다.

(1) 에릭 슈미츠, “머신러닝이 우리 삶 바꿀 것”, <http://www.bloter.net/archives/242228>

(2) 빌 게이츠에게 물었다! Q&A 10가지, http://www.huffingtonpost.kr/2015/01/29/story_n_6568786.html

〈그림 1〉 대중에게 널리 알려진 인공지능의 성과

(a) Jeopardy 쇼에서 우승한 Watson⁽³⁾(b) Google의 기계학습 알고리즘이 스스로 학습한 고양이 영상⁽⁴⁾

이와 같이 인공지능과 기계학습이 기대를 모으고 있으나 현실적으로 이러한 기술이 어떻게 발전하고 있으며, 어떠한 변화를 일으키고, 또 일으킬 것인지에 대해 깊이 이해하는 사람은 많지 않다. 인공지능과 기계학습에 대한 시각은 막연하고 비현실적인 장밋빛 기대를 가진 사람부터 지나치게 회의적인 사람까지 다양하다. 인공지능 기술의 발전이 빠르긴 하지만, 다양한 분야에 활용하기 위해서는 아직도 기술이 좀 더 성숙되어야 한다. 이는 대중의 기대보다 더 많은 시간을 요구할지도 모른다. 그러나 한편으로 인공지능과 기계학습 기술은 다양한 분야에서 이미 혁신을 일으키기 시작했고, 그러한 혁신들은 또 다른 혁신을 견인하며 연쇄작용을 일으키고 있다. 또한 현재 주목 받고 있는 빅데이터, 사물인터넷, 스마트카(smart car), 핀테크(fin-tech), 헬스케어(health-care) 등 고부가 가치 응용분야가 인공지능 및 기계학습 기술을 요구하기 때문에 궁극적으로 인공지능이 가져올 변화는 매우 광범위하고 강력할 것으로 예상된다. 따라서 인공지능 및 기계학습 기술이 가져올 변화에 슬기롭게 대처하지 못한 기업과 국가는 거대한 세계적 트렌드를 따라가지 못해 경쟁력에 큰 타격을 입을 수 있다.

본 보고서는 인공지능 및 기계학습 분야에서 이루어지고 있는 기술의 발전과 이들이 실제 사람들의 생활과 산업을 어떠한 영향을 미치고 있는 있는지를 설명함으로써 인공지능 기계학습 기술이 가져올 변화에 효과적으로 적응하기 위한 방향을 수립하는 것을 돕기 위해 작성되었다. 해외에서 이루어진 인공지능 기계학습 기술의 발전 및 산업화의 내용과 성공 요인들을 분석하고, 우리나라의 기계학습 기술발전을 유도하고 산업화를 활성화하기 위한 방안을 제안한다.

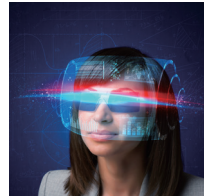
본 보고서의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 인공지능, 기계학습, 딥러닝의 개념과 이러한 기술들이 발전할 경우 생활과 산업에 가져올 임팩트에 대해 설명한다. 3장에서는 딥러닝을 중심으로 기계학습의 주요 기술들을 소개하고, 이들의 성공사례들을 소개한다. 4장에서는 최근 기계학습 분야의 기술 발전이 어떤 추세와 방향으로 진행되고 있는지 설명한다. 내용의 특성상 3장과 4장에는 기술적인 내용이 많이 포함되어 있다. 5장에서는 급속도로 발전하고 있는 기계학습을 실제로 산업에 적용한 성공 사례들을 소개한다. 마지막 6장에서는 해외에서 기계학습의 기술발전과 산업화가 성공적으로 수행된 비결 및 원동력을 기술하고, 우리나라의 학계 및 산업계가 기계학습 분야에서 경쟁력을 갖추기 위한 정책적 방안을 제시한다.

(3) [https://en.wikipedia.org/wiki/Watson_\(computer\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Watson_(computer))

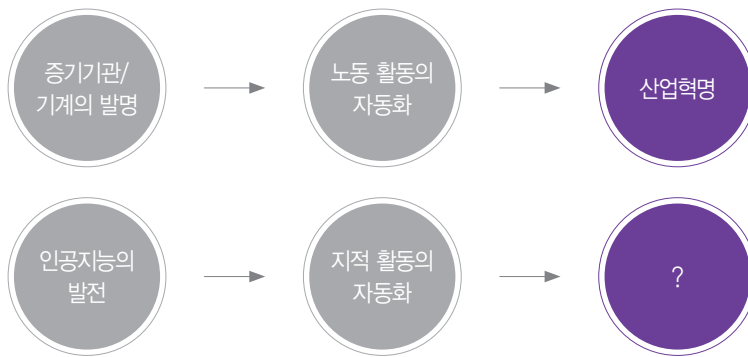
(4) <https://googleblog.blogspot.kr/2012/06/using-large-scale-brain-simulations-for.html>

2. 인공지능, 기계학습, 딥러닝의 발전과 그 영향력

인공지능은 사람의 지능을 컴퓨터로 구현하기 위한 기술이다. 컴퓨터로 구현된 지능이 큰 의미를 갖는 이유는 지금까지 기계가 할 수 없던 여러 가지 작업들을 자동화 할 수 있는 가능성을 열고 있기 때문이다. 18세기 증기기관을 비롯해 다양한 기계들이 발명되면서 사람이나 짐승이 하던 많은 일들이 자동화되었다. 그 결과, 생산이 비약적으로 증가하였으며, 사람들의 생활과 산업, 더 나아가 인류 문명에 막대한 영향을 끼쳤다. 지금까지 자동화의 대상은 정해진 틀에 따라 수행할 수 있는 단순한 작업들로 국한되었다. 수행 과정을 미리 정의할 수 없는 복잡한 작업이나, 변화하는 환경에서의 적응이 필요한 작업 등은 지능을 요구하기 때문에 지금까지의 기술로는 자동화가 어려웠다. 그런데 인공지능이 일정 수준 이상 성숙할 경우 복잡도가 비교적 낮은 작업들은 자동화가 가능해질 것이며, 그 후, 기술이 발전할수록 자동화 가능한 작업들은 급속도로 증가할 것이다. 노동 활동의 자동화가 산업혁명으로 이어졌던 사실에 비추어 볼 때 지적 활동의 자동화가 이루어진다면 그 영향이 매우 크고 광범위한 것이다.

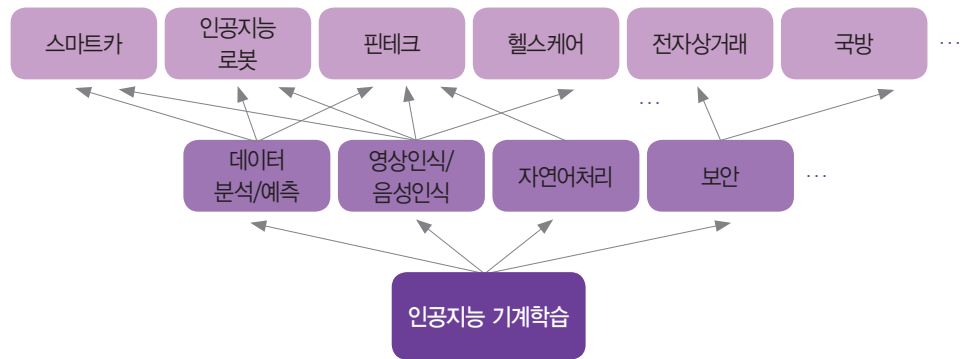


〈그림 2〉 인공지능이 가져올 지적 활동의 자동화



다양한 기술 중에서도 특히 인공지능의 영향력이 큰 이유는 다양한 분야에 적용될 수 있는 범용성 높은 기술이기 때문이다. 증기기관의 물리적 동력이 다양한 분야에 적용되어 광범위한 변화를 이끌었던 것처럼 인공지능이 제공할 지적 동력은 다양한 분야에 파괴적 혁신을 일으킬 수 있는 잠재력을 가지고 있다. 최근 수년 째 주목받고 있는 빅데이터, 사물인터넷, 클라우드 역시 인공지능 기술의 직접적인 응용 분야에 포함된다. 예를 들어, 최근 인공지능 기계학습 분야에서 각광받고 있는 딥러닝(deep learning)은 데이터 분석 및 예측, 영상인식, 음성인식, 자연어처리, 보안 등 다양한 관련 분야의 기술 수준을 크게 향상시켰다. 이러한 기술들에 힘입어 자율주행이 가능한 스마트카, 인공지능로봇, 핀테크, 헬스케어, 전자상거래, 국방 등 광범위한 분야에서 과거에는 구현할 수 없었던 제품과 서비스들이 실용화되고 있으며, 더 나아가 과거에는 상상하기 어려웠던 개념들이 제안되고 있다. 이와 같이, 인공지능의 발전은 다양한 응용기술의 수준을 크게 향상시키고, 그러한 응용기술의 조합에 의해 새로운 상품과 서비스를 창출하여 여러 분야에서 파괴적 혁신을 일으킬 것이다.

〈그림 3〉 인공지능 기계학습 기술의 범용성

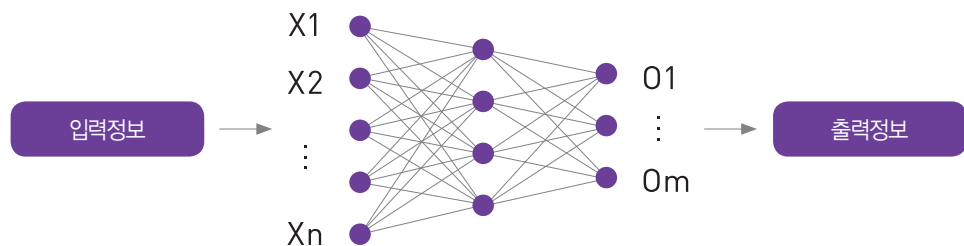


그러나 현실적으로 인공지능 기술은 최근까지 주목할 만한 변화를 일으키지 못했다. 가장 중요한 이유는 인공지능 기술이 낮은 수준에 머물러 있으면서 현실적 응용에 요구되는 수준에 미치지 못했기 때문이었다. 그로 인해 인공지능은 몇몇 분야에서만 응용되었으며 그 영향력도 제한적이었다. 그런데, 최근 인공지능 기술이 놀라운 속도로 발전함에 따라 지금까지는 기술의 미성숙으로 인해 현실적으로 적용되지 못했던 분야에 성공적으로 적용되기 시작하면서 기대를 높이고 있다.

전통적으로 인공지능의 방법론은 크게 두 가지로 분류된다. 첫째는 지식에 기반한 방법이고, 두 번째는 데이터에 기반한 방법이다. 지식기반 시스템은 사람이 가진 지식을 컴퓨터로 표현하고 이를 활용해 현상을 분석하거나 문제를 해결한다. 반면, 데이터에 기반한 시스템에서는 지식을 직접 제공하기 보다는 지식과 정보가 포함된 데이터를 제공하고 컴퓨터가 필요한 정보를 스스로 학습하게 한다. 이러한 데이터 기반 인공지능에서 가장 중요한 것은 데이터로부터 작업에 필요한 정보를 효과적으로 추출하고 추상화 할 수 있는 학습 모델과 학습 알고리즘이다. 이러한 기술을 연구하는 학문분야를 기계학습이라고 한다. 기계학습은 학습데이터가 많을수록 높은 성능을 얻을 수 있다는 장점이 있는데, 최근에는 인터넷과 빅데이터 기술의 발전에 의해 대용량의 학습데이터를 수집하는 것이 과거에 비해 용이해졌다. 이에 힘입어 기계학습에 기반한 시스템들이 다양한 분야에서 우수한 성과를 나타내었다. 뿐만 아니라, 빅데이터 기술 및 컴퓨팅 인프라가 발전할수록 그 위력이 점점 더 강력해질 것으로 기대되고 있다.

인공지능 기계학습은 오랜 역사 동안 여러 번의 흥망성쇠를 겪어 왔다. 한 예로, 1990년대 후반부터 딥러닝이 각광받기 시작한 2000년대 중반까지는 기계학습의 발전이 상당히 둔화되었다. 기계학습은 보통 수학적 모델을 기반으로 이루어진다. 기계학습 모델은 특정 정보나 데이터를 수치로 입력 받아 그로부터 도출한 결론을 수치로 출력한다. 예를 들어, 영상 인식을 위한 모델은 영상을 입력 받아 그 영상의 의미를 수치화 된 값으로 출력하고, 의료 진단을 위한 모델은 병의 증상을 수치 형태로 입력 받아 진단 결과를 수치화된 값으로 출력한다.

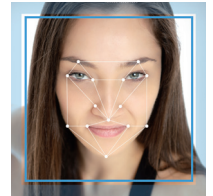
〈그림 4〉 기계학습 모델



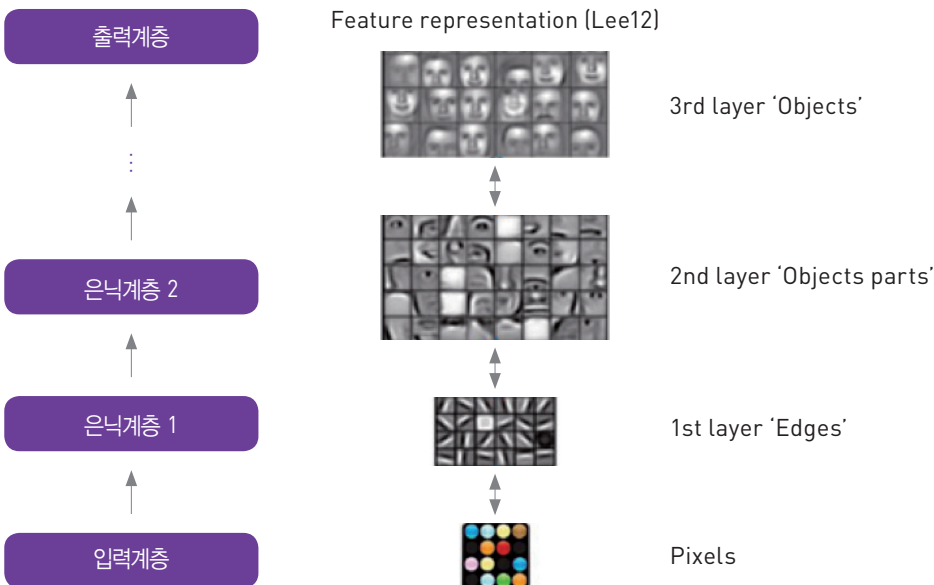
기계학습 모델의 동작은 입력정보와 출력정보 간의 매핑 관계에 의해 정의된다. 학습 과정은 학습데이터에 대하여 원하는 값을 출력하도록 모델을 최적화하는 과정이다. 특정 데이터에 대하여 잘 동작하도록 모델을 학습시키면 실제 상황에서 그 데이터와 유사한 새로운 데이터가 입력되었을 때 학습된 것과 유사한 결과를 출력할 것이라고 기대할 수 있다.

기계학습 모델 및 학습 알고리즘의 성능은 입력정보와 출력정보간의 매핑을 학습데이터로부터 얼마나 효과적으로 학습할 수 있는가에 의해 평가된다. 그런데 수 년 전까지의 기계학습 모델들은 단순한 기능은 잘 학습하지만, 입출력 관계가 복잡한 기능은 잘 학습하지 못했었다. 학습하려는 정보가 복잡하면 복잡할수록 정교한 모델이 요구되었는데, 기존의 모델로는 복잡한 기능을 학습하기에 역부족이었기 때문이었다. 따라서 간단한 문제에는 좋은 성능을 보이지만, 복잡한 문제에 대해서는 성능이 급격하게 저하되는 것이 기존 기계학습 모델의 한계였다.

2000년대 중 후반부터 이러한 기술적 한계를 극복할 수 있는 모델 및 학습 방법론이 개발되었는데, 그것이 바로 딥러닝(deep learning)이다. 복잡한 기능을 학습하기 위해서는 데이터로부터 고수준특징(high-level feature)을 학습할 수 있는 능력이 요구된다. 예를 들면, 사람의 얼굴을 인식할 때 기존 모델들은 화소, 에지(edge), 명도 변화의 방향, 좁은 영역의 텍스처(texture) 등의 저수준특징(low-level feature)을 이용할 경우 높은 성능을 얻기 어려울 뿐 아니라, 환경 변화에 잘 적응하지 못한다. 그러나 눈, 코, 입의 형태 및 위치와 같은 고수준 특징을 이용할 경우 훨씬 정확하고 안정적인 성능을 얻을 수 있다. 이와 같이 고수준 특징을 학습하기 위한 기술이 바로 딥러닝이다. 딥러닝 기술은 많은 수의 계층으로 구성된 깊은 신경망(deep neural networks) 모델을 중심으로 발전하고 있다. 신경망의 각 계층들은 하위계층으로부터 정보를 입력 받아 추상화함으로써 좀 더 고수준 정보로 변환해 상위계층으로 전달한다. 따라서 신경망의 계층이 많을수록 더 높은 수준의 특징을 효과적으로 추출할 수 있다.



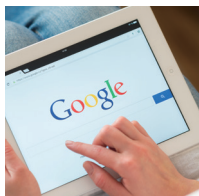
〈그림 5〉 깊은 신경망과 고수준 특징



그러나 많은 계층을 보유한 깊은 신경망 모델을 잘 학습하는 것은 기술적으로 쉽지 않다. 깊은 신경망 모델을 실제로 기존 알고리즘을 이용해 학습할 경우 학습이 전혀 이루어지지 않거나, 학습이 이루어지더라도 다른 기계 학습 모델들보다 더 우수한 성능을 이끌어내지는 못했었다. 그러나 2006년 Hinton이 깊은 신경망을 효과적으로

학습할 수 있는 알고리즘을 개발하고, 컨볼루션 네트워크(CNN, convolutional neural networks)의 학습 알고리즘이 영상인식에서 탁월한 성능을 보이면서 딥러닝의 잠재력이 현실화되었다.

딥러닝 모델 및 학습 알고리즘의 발견을 통해 기술적 장애물을 극복할 수 있게 되자, 지금까지 어렵다고 여겨져 왔던 복잡한 문제들에 대한 성능이 크게 개선되었다. 특히, 음성인식, 영상인식(얼굴인식, 물체인식, 텍스트인식 등), 자연어처리 등의 분야에서는 기존 방법들과 확실히 차별화되는 높은 성능을 보였다. 이러한 성공에 힘입어 매우 많은 연구자들이 딥러닝을 더욱 개선하거나 새로운 문제에 적용하려는 연구를 수행하고 있으며, 이는 더욱 빠른 기술의 발전으로 이어지고 있다. 이에 대한 자세한 내용은 3장과 4장에서 설명한다.



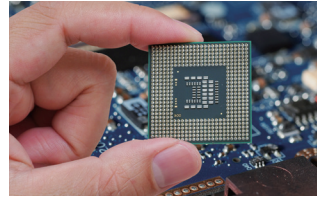
딥러닝이 급속도로 발전하는 두 번째 이유는 제품과 서비스에 실제로 적용되면서 산업계에 혁신을 일으키며 수익을 창출하고 있기 때문이다. 딥러닝으로 인해 기계학습 시스템의 성능이 상용화 가능한 수준에 이르자 여러 기업들이 이를 활용해 새로운 제품 및 서비스들을 제공하였다. 특히, 구글, 페이스북 등의 선진 글로벌 IT 기업들은 자사가 보유한 우수한 기계학습 기술을 활용해 혁신적인 서비스들을 제공하였는데, 이들은 사용자들로부터 좋은 반응을 얻고 있다. 딥러닝이 세계적인 열풍을 일으키자 컴퓨팅 H/W 전문 기업이나 클라우드 서비스 기업들도 이를 지원하기 위한 제품들을 사입하고 있다. 이에 대한 구체적 사례들은 5장에서 기술한다. 이와 같이 딥러닝에 의해 발전된 기계학습은 수익을 창출하기 시작하였고, 반대로 기계학습 기술을 확보하지 못한 기업들은 경쟁력 저하로 인해 위기를 맞을 수 있는 상황이 되었다. 그로 인해 많은 기업들이 기계학습에 투자를 늘리게 되었고, 이는 다시 기계학습 기술의 발전으로 이어지고 있다. 즉, 기술이 수익을 창출하고 수익은 투자를 유도하며, 투자는 기술을 더욱 발전시키는 선순환 구조가 만들어졌다.

현재에도 기계학습이 빠르게 발전하면서 활발히 실용화되고 있지만, 미래에는 응용 분야가 더욱 넓어지면서 그 발전 속도와 영향력이 더욱 증가할 것으로 예상된다. 그 이유는 먼저 관련 분야의 발전을 들 수 있다. 기계학습의 발전에 빅데이터 기술에 의해 수집된 학습데이터들이 큰 역할을 했음은 이미 기술하였다. 그런데 급속히 증가하는 데이터의 볼륨은 학습데이터만을 제공하는 것이 아니라 기계학습 기술의 새로운 응용 분야들을 창출한다. 처리해야 할 데이터가 적다면 사람이 수작업으로 처리할 수 있으나, 데이터의 양이 많아질수록 자동화의 필요성이 높아진다. 특히 대용량의 데이터로부터 고급 정보를 추출하는 분석과정에 기계학습을 활용할 경우 사람이 할 수 있는 것보다 더욱 강력하고 빠른 분석을 수행할 수 있다.

사물인터넷 분야 역시 기계학습과 밀접한 관계를 갖는다. 다양한 사물에 계산능력과 센서가 부착되고 상호 연결된다면 많은 양의 데이터가 실시간으로 생성/교환된다. 이러한 데이터로부터 유용한 정보를 추출하고 활용하기 위해서는 센서의 데이터를 해석해서 의미 있는 정보를 찾아내고 판단에 반영해야 하는데, 이를 위해서는 기계학습 기술이 필수적이다. 특히 사물인터넷 중 대표적 분야인 스마트카(smart car)에는 카메라를 비롯한 다양한 센서들이 부착된다. 자동차에 지능을 구현하기 위해서는 이러한 센서들이 제공하는 데이터로부터 주행상황을 파악해야 한다. 이를 위해 카메라영상으로부터 차선, 교통신호, 보행자 등을 인식해야 하는데, 이 과정에 기계학습 기술이 사용된다. 이미 스마트카의 핵심 기술인 자율주행이나 자율주차, 운전자보조 시스템(ADAS : advanced driver assistance system)에는 기계학습에 기반한 컴퓨터 비전 기술이 활용되고 있다. 스마트카의 보급이 증가할 경우 기계학습에 대한 수요 역시 증가할 것으로 예상된다.

헬스케어, 핀테크 분야에서도 유사한 수요가 발생하고 있다. 예를 들어, 건강보험공단의 대용량 데이터로부터 정보를 추출하여 건강의 이상 징후를 발견한다거나, 다수 기업의 지표로부터 부도가능 기업을 찾아내는 것, 주식 투자에서 다수의 종목을 관찰하고 평가하는 것 등 다량의 데이터를 자동으로 분석/이해함으로써 가치를 창출할 수 있는 분야는 모두 기계학습의 응용분야라고 할 수 있다.

컴퓨팅 기술의 발전도 기계학습의 발전을 가속하고 응용 분야를 넓히는데 매우 중요한 역할을 하고 있다. 과거에는 컴퓨팅 속도의 한계로 인해 대용량 신경망을 학습하는 것이 어려웠다. 구글 등 많은 서버를 보유한 기업들만 다수의 컴퓨터를 연결하여 대규모 학습을 실시할 수 있었다. 그러나, 수년 전부터 컴퓨터 그래픽을 위해 개발된 GPU 들을 수직 연산에 사용하면서 기존 CPU 중심 컴퓨팅보다 수십 배 빠른 계산 속도를 얻을 수 있게 되었다. 즉, GPU에 의해 고성능 컴퓨팅의 대중화가 이루어진 것이다. 바이두(Baidu)는 GPU 대신 FPGA를 이용해 딥러닝에 요구되는 계산을 수행하고 있다. 이러한 컴퓨팅 기술이 발전하면 할수록 기계학습을 응용할 수 있는 기회는 더욱 많아질 것이다. 예를 들어, GPU 기반 컴퓨팅 기술이 더욱 발전하여 모바일 단말기에서 GPU 기반 인식을 수행할 수 있게 된다면 현재 클라우드 컴퓨팅에 의존하고 있는 딥러닝 기술을 모바일 단말기에서 직접 사용할 수 있게 된다. 이 경우 딥러닝은 지금보다 훨씬 다양한 응용분야에 활용될 수 있다.



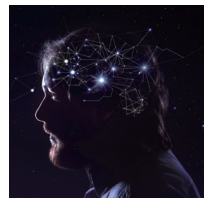
3. 기계학습 기술의 소개 및 성공사례

(1) 개요

본 장에서는 최근 수년 동안 기계학습 분야에서 급속한 발전을 이끌어온 딥러닝 연구의 내용과 성공사례에 대해 기술한다. 기계학습 분야에서는 오랫동안 데이터로부터 특정 업무를 수행하기 위한 정보를 학습하려는 연구들이 수행되어왔다. 그 결과, 다양한 학습 모델과 알고리즘들이 개발되었다. 대표적인 기계학습 방법론으로는 신경망(neural networks), 가우시안 혼합 모델(Gaussian mixture model), CRF(conditional random field), 은닉 마르코프 모델(hidden Markov model), SVM(support vector machine), 볼츠만 머신(Boltzmann machine) 등이 있다. 각 방법론들은 각각의 특성과 장단점을 가지고 있어서 문제의 특성에 따라 다양한 방법론들이 사용되어왔다.

그런데 2000년대 후반부터 딥러닝 기술이 발전하며 다양한 벤치마크 컨테스트에서 다른 방법들을 압도하는 높은 성능을 보이면서 그 영역을 점점 넓혀가고 있다. 딥러닝은 데이터로부터 고수준특징(high-level feature)을 학습하기 위한 기술이다. 주로 깊은 신경망(deep neural networks)을 이용해 구현되는데, 고수준특징을 학습하기 때문에 복잡하고 변화가 많은 응용 분야에서 탁월한 성능을 보인다.

딥러닝이 중요한 또 하나의 이유는 강력한 성능뿐 아니라, 새로운 구조와 알고리즘, 심지어 다른 방법론을 위해 개발된 방법론들까지도 받아들여 적용할 수 있는 유연성을 갖추고 있기 때문이다. 예를 들어, 성능 개선에 도움이 되는 새로운 아이디어가 있을 때 그 아이디어를 신경망 계층의 형태로 구현할 수 있다면 딥러닝의 틀 속에서 통합하는 것이 매우 용이하다. 실제로 딥러닝 모델의 일종인 컨볼루션 네트워크의 경우 다양한 종류의 계층들이 결합되어 각각의 역할을 수행함으로써 영상인식 분야에서 탁월한 성능을 보이고 있다. 또한 과거에 그 효과가 검증된 다양한 기법들을 딥러닝에 적용하여 성능을 개선한 사례도 매우 많다.

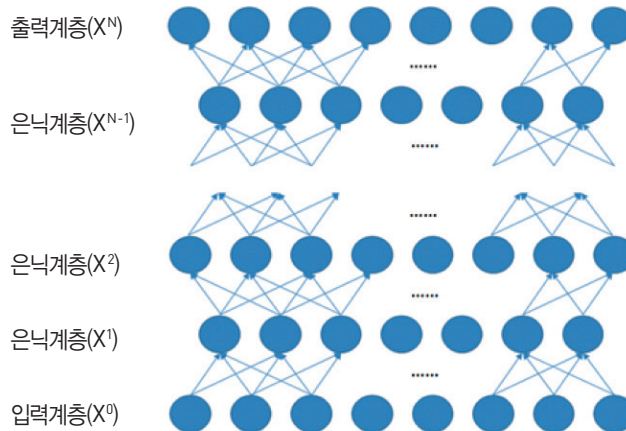


이러한 유연성은 딥러닝이 향후에도 더욱 발전할 수 있는 가능성을 열어준다는 점에서 딥러닝의 미래를 밝게 한다. 딥러닝이 기계학습 분야에서 미친 영향력은 매우 커서 이제는 딥러닝을 제외하고는 기계학습을 논하기 어려울 만큼 중요한 위치를 차지하고 있다. 따라서 본 보고서도 딥러닝을 중심으로 기계학습의 발전 동향을 서술한다.

(2) 깊은 신경망

깊은 신경망은 다수의 계층으로 구성되며, 각 계층은 여러 개의 노드들을 포함한다. 각 노드는 사람 뇌세포의 동작을 모방하여 만든 계산 유닛이다. 각 계층의 노드들은 하위 계층 노드들의 출력 값들을 결합함으로써 추상화한다. 예를 들어, 널리 사용되는 퍼셉트론(perceptron)의 각 노드는 하위 계층 노드의 출력값의 노드 간 연결 가중치(connection weight)에 대한 가중 합(weighted sum)을 계산한다.

〈그림 6〉 깊은 신경망



여기에서 각 계층이 수행하는 동작은 그 계층의 노드와 하위 계층의 노드간의 연결 가중치에 의해 결정되는데 가중치가 적절히 학습되었을 경우 각 계층은 하위 계층이 출력한 낮은 수준(low-level)의 특징으로부터 좀 더 높은 수준(high-level)의 특징을 추출한다. 따라서 최하위 계층에서는 가장 낮은 수준의 특징을 추출하며, 상위 계층으로 갈수록 점점 더 높은 수준의 특징으로 결합된다. 최상단 계층에서는 가장 높은 수준의 특징을 추출하거나 출력 결과를 결정한다. 이러한 원리로 인해 신경망을 구성하는 계층의 수가 증가하면 할수록 더 높은 수준의 특징을 추출할 수 있게 된다. 그러므로 깊은 신경망은 높은 수준 특징을 필요로 하는 복잡한 작업을 수행하는데 있어서 탁월한 성능을 갖는다.

깊은 신경망이 갖는 또 다른 장점은 특징 추출과 인식(classification)을 하나의 신경망에서 수행할 수 있다는 점이다. 기존 방법들은 먼저 입력 패턴으로부터 특징 추출 알고리즘을 통해 특징 벡터를 추출한 후, 특징 벡터를 인식기에 입력하여 인식 결과를 얻는다. 그러나 깊은 신경망에서는 각 계층이 특징 추출, 또는 좀 더 높은 수준의 특징으로의 추상화를 수행하기 때문에 깊은 신경망의 중하단 계층들은 특징 추출 및 추상화를, 최상단 계층은 인식을 수행하는 것으로 해석할 수 있다. 따라서 깊은 신경망은 별도의 특징 추출 알고리즘 없이 입력 패턴을 직접 인식할 수 있다. 이와 같이 특징 추출과 인식이 통합되어 수행되는 구조는 추가적인 장점을 갖는다. 기존의 특징 추출 방법들이 고정된 알고리즘으로 구성되어 학습이 불가능한데 반해, 깊은 신경망의 특징 추출 계층들은 데이터로부터 학습된다는 점이다. 뿐만 아니라, 특징 추출 및 추상화를 수행하는 중하위 계층의 학습과 인식을 수행하는 상단계층이 동일한 신경망 내에서 통합적으로 학습되기 때문에 더 좋은 성능을 얻을 수 있다.

또한 깊은 신경망은 많은 수의 가중치, 즉, 학습 파라미터를 포함할 수 있다. 학습 파라미터가 많아지면 오버피팅(over-fitting)이 발생하여 학습 데이터에 대해서는 높은 성능이 측정되지만 학습되지 않은 패턴에 대한 성능이 저하된다. 반면, 학습 파라미터가 많아지면 학습 수용력(capacity)은 증가하기 때문에, 매우 많은 수의 학습 데이터가 사용 가능한 경우는 그로부터 풍부한 정보를 학습할 수 있게 된다. 이러한 관점에서 신경망은 계층 및 노드의 수를 변화시킴으로써 학습 파라미터의 수를 조절할 수 있다는 장점을 갖는다. 특히 딥러닝 기술의 발전

으로 인해 계층 수의 제한이 사실상 사라짐에 따라, 많은 수의 학습 데이터로부터 많은 정보를 학습하기에 충분한 규모의 신경망을 사용할 수 있게 되었는데, 이러한 신경망은 풍부한 학습 데이터로부터 많은 정보를 학습하여 높은 성능을 제공할 수 있다.

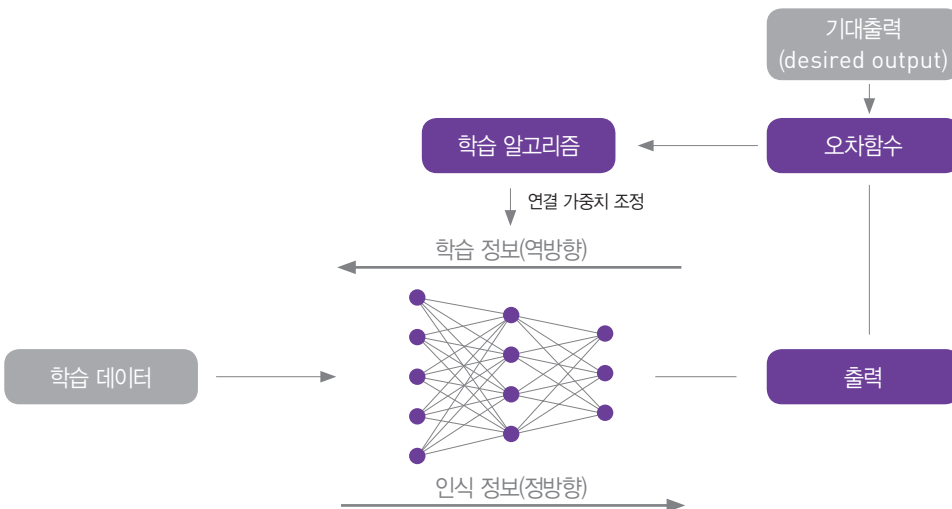
이와 같은 깊은 신경망의 장점에도 불구하고, 최근까지는 깊은 신경망을 실제적 응용분야에 적용하는데 현실적인 어려움이 있었다. 가장 중요한 이유는 기존의 알고리즘으로는 깊은 신경망을 학습하기 어렵다는 것이다. 뿐만 아니라, 깊은 신경망을 학습할 수 있는 충분한 학습 데이터를 수집하기 어려웠던 것과 컴퓨터의 성능이 딥러닝에 필요한 계산량을 감당하기에는 충분하지 않았던 것 역시 현실적인 어려움이였다. 그러나, 최근에는 이와 같은 기술적, 현실적 장벽들이 기술의 발전으로 인해 극복되면서 다양한 응용분야에 깊은 신경망을 성공적으로 적용할 수 있게 되었다. 먼저, 빅데이터 기술의 발전으로 인해 대규모 학습 데이터를 수집할 수 있게 되었다. 이는 깊은 신경망이 많은 수의 학습데이터를 요구한다는 단점을 극복하게 함과 동시에 학습 수용력이 크다는 강점을 극대화할 수 있는 계기가 되었다. 또한 2000년대 중반부터 실용화 된 GPU 기반 병렬처리 기술은 딥러닝을 위해 요구되는 계산 능력을 제공하였다⁽⁵⁾. 무엇보다도 기존 학습 알고리즘의 한계를 극복할 수 있는 새로운 알고리즘들이 개발되었다.



(3) 사전 학습(pre-training)에 의한 딥러닝

신경망 학습에 가장 널리 사용되는 알고리즘은 오류 역전사 알고리즘 (error back-propagation algorithm)이다⁽⁶⁾. 오류 역전사 알고리즘은 경사도 기반(gradient-based) 학습 방법의 일종이다. 먼저, 학습 데이터를 입력하였을 때 신경망이 생성하는 출력 값과 입력 데이터에 대해 기대되는 출력 값(desired output)의 차이로부터 오차 함수 E를 정의한다. 신경망의 출력 값은 입력 데이터와 가중치 벡터에 의해 결정된다. 입력 데이터와 기대 출력 값이 고정될 경우 오차 E는 가중치 벡터 W의 함수가 되어 E(W)로 표기할 수 있다. 오류 역전사 알고리즘은 먼저 E(W)를 미분하여 오차를 증가시키는 경사도를 계산한 후, 그 반대 방향으로 가중치 벡터를 이동시킴으로써 학습 데이터에 대한 오류를 점차적으로 감소시키는 알고리즘이다.

〈그림 7〉 신경망 학습 알고리즘



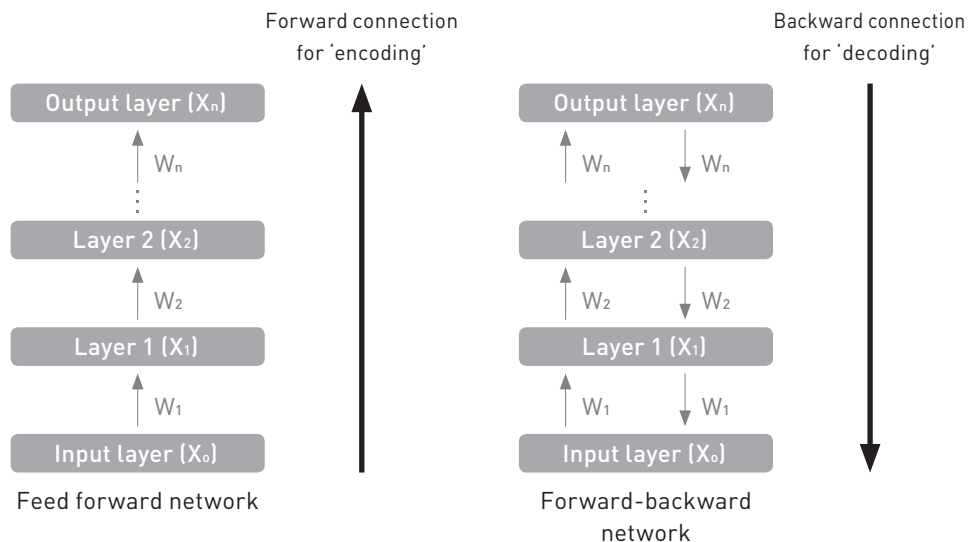
(5) <https://developer.nvidia.com/cuda-zone>

(6) <http://en.wikipedia.org/wiki/Backpropagation>

이러한 알고리즘에서 하위 계층 노드의 오차 신호는 상위 계층 노드들의 오차 신호를 가중합의 형태로 결합하여 계산하는데, 이 과정에서 서로 다른 방향을 갖는 오차 신호들이 섞이기 때문에 하위 계층으로 내려갈수록 오차 신호가 점점 희미해진다. 따라서 계층이 많은 깊은 신경망에 오류 역전파 알고리즘을 적용할 경우, 상위 계층은 학습이 잘 이루어지지만 하위 계층에서는 학습이 잘 이루어지지 않는다. 이러한 현상을 방향성 소실 문제(diminishing gradient problem)이라고 한다. 이와 같이 오차 신호가 약해지는 문제는 가중치 값이 학습되지 않았고 노드 간 연결이 많을 때 특히 심각해진다. 각 계층의 노드들이 모두 연결된(fully-connected) 신경망을 랜덤 가중치로부터 학습한다면 위의 두 조건에 모두 해당되므로 학습이 잘 이루어지지 않는다.

수 년 전부터 이러한 문제점을 극복할 수 있는 학습 알고리즘들이 개발되었는데, 이들은 딥러닝 연구를 활성화 하는데 결정적인 공헌을 하였다.⁽⁷⁾⁽⁸⁾ 입러닝 알고리즘은 크게 두 가지로 분류할 수 있다. 첫 번째 방법은 먼저 자율학습(unsupervised learning) 알고리즘에 의해 가중치 값을 사전 학습(pre-training)한 후 가중치 값이 성숙하면 기존의 학습 알고리즘에 의해 미세 조정(fine-tuning)하는 것이다. 가중치의 초기 값을 랜덤 지정하였을 때에는 기존 학습 알고리즘의 문제점이 심각하게 발생하지만, 사전 학습 알고리즘을 통해 어느 정도 학습된 가중치를 추가적으로 학습할 때에는 그와 같은 문제가 심각하게 발생하지 않는다. 두 번째 방법은 각 계층의 노드들 간 연결의 수를 제한함으로써 오차 신호가 덜 섞이도록 하는 것이다. 전자에 해당하는 방법들은 DBN(deep belief networks)⁽⁷⁾, stacked auto-encoder⁽⁹⁾ 등이 있으며 후자의 방법으로는 컨볼루션 네트워크(CNN, convolution neural networks)이 대표적이다.⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾

〈그림 8〉 순방향 신경망과 양방향 신경망



(7) G. E. Hinton, S. Osindero, Y. Teh, A fast learning algorithm for deep belief nets. *Neural Computation* vol. 18, no. 7, pp. 1527-1554, 2006.

(8) Y. LeCun, L. Bottou, Y. Bengio, and P. Haffner, Gradient-based learning applied to document recognition, *Proceedings of the IEEE*, vol. 86, no. 11, pp. 2278-2324, 1998.

(9) P. Vincent, H. Larochelle, Y. Bengio, and P.-A. Manzagol, Extracting and composing robust features with denoising autoencoders, in *Proceedings of the Twenty-fifth International Conference on Machine Learning (ICML'08)*, (W. W. Cohen, A. McCallum, and S. T. Roweis, eds.), pp. 1096-1103, ACM, 2008.

(10) D. C. Cireşan, U. Meier, J. Schmidhuber. Multi-column Deep Neural Networks for Image Classification. *IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition* 2012.

(11) D. C. Cireşan and J. Schmidhuber. Multi-column Deep Neural Networks for Offline Handwritten Chinese Character Classification, *IDSIA Technical Report No. IDSIA-05-13*, 2013.

사전 학습을 이용한 딥러닝 알고리즘들은 순방향 연결과 역방향 연결을 모두 가진 양방향 신경망 모델에 기반한다. 순방향 신경망이 <그림 8>의 좌측과 같이 하위 계층에서 상위 계층으로의 순방향 연결만 갖는데 반해 양방향 신경망은 <그림 8>의 우측과 같이 순방향 연결뿐 아니라, 상위 계층에서 하위 계층으로 연결된 역방향 연결도 갖는다. 이 때, 순방향 연결은 하위 특징에서 상위 특징을 추출하는 인코딩을 수행하며, 역방향 연결은 상위 특징으로부터 하위 특징을 생성하는 디코딩을 수행한다. 따라서 순방향과 역방향 연결을 모두 가진 양방향 신경망은 하위 계층에서 상위 계층으로 전파(propagate)한 후 다시 상위 계층에서 하위 계층으로 역 전파함으로써 하위 계층의 특징, 또는 입력 패턴을 복원할 수 있다. 이와 같은 신경망으로는 DBN(deep belief network)에 사용된 RBM(restricted Boltzmann machine)이나 auto-encoder 등이 있다.

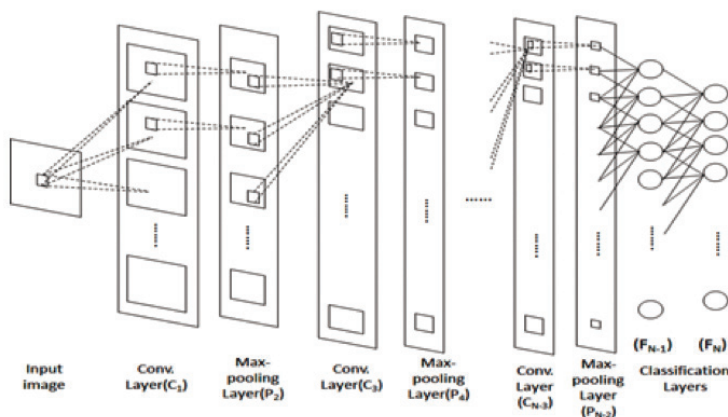
양방향 신경망을 이용한 사전학습은 다음과 같이 수행한다. 학습 데이터를 입력 계층에 입력한 다음 첫 번째 은닉 계층(layer 1)으로 인코딩한 후 다시 입력 계층으로 디코딩한다. 이렇게 재생성(reproduce)된 입력 계층의 값이 원래 입력된 학습 데이터와 최대한 일치되도록 첫 번째 계층의 가중치를 학습한다. 첫 번째 계층의 학습이 끝나면 학습된 첫 번째 계층의 가중치를 이용해 두 번째 가중치를 학습한다. 학습데이터를 입력한 후 layer 1의 가중치를 이용해 layer 1의 출력값을 계산한다. 이렇게 생성한 layer 1의 출력값을 학습 데이터로 사용하여 동일한 방법으로 layer 2를 학습한다. 이러한 방법으로 최하위 계층에서 시작해 점차 상위 계층으로 학습을 진행한다. 이 알고리즘은 신경망에 입력 데이터가 주어졌을 때 순방향 및 역방향 전파를 통해 동일한 데이터를 복원하도록 신경망의 가중치를 학습한다. 그 결과 학습된 신경망은 입력 데이터들의 정보를 최대한 보관해야 하기 때문에 입력 데이터로부터 중요한 특징을 추출하는 동작을 수행한다. 이와 같은 사전 학습 과정이 끝나면, 기존의 관리 학습(supervised learning) 알고리즘을 이용해 목표로 하는 동작을 수행하도록 추가로 최적화 한다.



(4) 컨볼루션 네트워크

딥러닝 연구의 또 다른 중심인 컨볼루션 네트워크(CNN, convolutional neural networks)은 사람이나 동물의 시각 처리 과정을 모방하기 위해 개발된 신경망이다. CNN의 주요 개념 및 네트워크 구조는 1980년에 제안된 Neocognitron에서 시작되었다⁽¹²⁾. 그 후, 1990년대 후반 LeCun이 경사도 기반 학습 알고리즘을 CNN 성공적으로 적용함으로써 다양한 영상 인식 분야에 널리 적용되었다⁽⁸⁾.

<그림 9> Convolutional Neural Network의 구조



(12) K. Fukushima, Neocognitron: A self-organizing neural network model for a mechanism of pattern recognition unaffected by shift in position. Biological Cybernetics, vol. 36, no. 4, pp. 193-202, 1980.

기본적인 CNN의 구조는 <그림 9>와 같다. 기본적인 CNN은 세 종류의 계층으로 이루어진다. CNN의 중하위 계층은 convolution 계층과 max-pooling 계층으로 구성된다. 이들은 특징을 추출하고 추상화하면서 점차로 높은 수준의 특징을 추출한다. CNN의 최상위 계층들은 fully-connected 계층으로 구성된다. 이들은 convolution 계층과 max-pooling 계층이 추출한 높은 수준의 특징으로부터 최종 결과를 계산한다. Convolution 계층과 max-pooling 계층은 복수의 특징맵(feature map)으로 구성된다. 각 특징맵은 다수의 노드들이 2차원적으로 배열된 구조를 갖는다.

Convolution 계층의 특징맵은 복수의 입력 특징맵과 연결된다. 특징맵의 노드들은 연결된 하위 계층 특징맵 중 특정한 위치의 윈도우 내의 노드들과 연결된다. 이 때 동일한 특징맵의 노드들은 동일한 가중치를 공유하는데, 이는 2차원 영상 처리 및 특징 추출에 많이 사용되는 컨볼루션과 동일한 효과를 갖는다. 여기에서 가중치는 컨볼루션 마스크의 역할을 수행하는데, 기존 컨볼루션 알고리즘이 고정된 마스크를 이용한 반면 CNN에서는 컨볼루션 마스크가 신경망 가중치로 구성되기 때문에 데이터로부터 자동으로 학습된다.

Max-pooling 계층은 하위 계층에 위치한 convolution 계층과 동일한 수의 특징맵을 가지며 각 특징맵은 입력 특징맵과 1:1로 연결된다. Max-pooling 계층의 각 노드들 역시 연결된 입력 특징맵 중 특정좌표에 위치한 윈도우내의 입력 노드들과 연결된다. Max-pooling 노드들은 자신과 연결된 입력 노드들의 값 중 최대값을 선택해서 자신의 값으로 가져온다. Max-pooling의 동작은 매우 단순하나, 영상 인식에 있어서 매우 중요한 두 가지 역할을 담당한다. 첫째는 각 특징이 추출되는 위치상의 변이를 흡수하는 것이다. Max-pooling node들은 윈도우 내의 특징값 중 최대값을 취하지만, 그 좌표는 무시한다. 그 결과 특징의 위치가 윈도우 내에서 변할 경우 출력값에 아무 영향을 받지 않기 때문에 특징값은 보존하되 작은 위치 변이는 흡수하는 역할을 한다. 또한 max-pooling 계층은 입력 특징맵을 그보다 작은 크기의 특징맵으로 매핑하는데, CNN에 여러 개의 max-pooling 계층이 있다면 이들을 지나는 동안 특징맵의 크기가 빠르게 감소하여 적은 수의 계층으로도 큰 영상을 인식할 수 있게 한다.

CNN의 최상단에는 fully-connected 계층이 위치하는데, 이들은 하위 계층에서 추출한 높은 수준의 특징으로부터 최종 인식 결과를 결정한다. Fully-connected 계층의 각 노드들은 하위 계층의 모든 노드들과 연결된다.

CNN은 기존 오류 역전파 알고리즘과 동일한 원리의 경사도 기반 방법에 의해 학습될 수 있다. CNN의 중하위 계층을 이루는 convolution 계층과 max-pooling 계층의 노드들은 매우 제한된 수의 입력 노드들과 연결된다. 따라서 계층간 연결이 많은 신경망에 비해 오차 신호가 섞여서 생해지는 문제가 훨씬 적게 발생한다. 또한 CNN은 특징 추출에 매우 효과적인 convolution 계층과 위치 변이 흡수에 효과적인 max-pooling 계층을 통해 높은 수준의 특징을 추출하기 때문에 다양한 변이에도 잘 적응한다. 그 결과, CNN은 다양한 영상 인식 분야에 적용되어 매우 높은 성능을 보이고 있다.

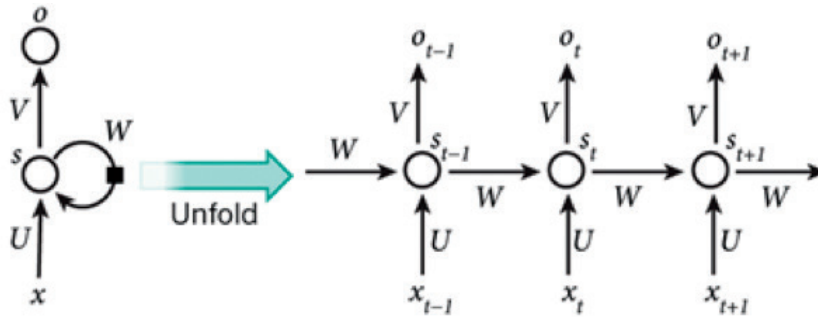


(5) 순환 신경망(RNN, recurrent neural networks)

일반적인 신경망 모델들은 여러 개의 입력 패턴이 있을 경우 이들을 서로 무관한 독립적인 정보로 처리한다. 그런데 여러 개의 신호가 연속적으로 들어오고 앞뒤의 신호가 서로 상관관계를 가질 경우 입력 패턴들간의 관계를 모델링 할 필요가 있다. 이러한 예로는 음성신호, 자연어 문장, 전자편을 사용한 필기, 생체신호, 경제 지표 등이 있다. 이러한 문제들을 효과적으로 처리하기 위해서 순환 신경망(RNN)이 개발되었다. 순환 신경망의 가장 큰 특징은 <그림 10>의 좌측 그림과 같이 한 노드에서 동일 노드로의 순환연결(W)이 있는 점이다. 즉, 다음 시간 노드 s의 값은 입력 x 뿐 아니라 s의 현재 상태와 입력 등 두 가지 정보에 의해서 결정된다. 이러한 순환적 동작을

시간에 따라 펼쳐 보면 <그림 10>의 우측 그림과 같이 표현할 수 있다. 동일 노드로부터 연결된 순환 연결은 과거 시점의 정보를 전달해 주고 입력 노드로부터의 연결은 현재 시간의 새로운 입력을 전달해 준다. 과거와 현재로부터 전달된 두 가지 정보를 결합하여 새로운 상태를 결정한다. 순환 연결은 이와 같이 과거의 정보를 반영하기 때문에 메모리의 역할을 담당한다고 볼 수 있다.

<그림 10> 순환 신경망(RNN)의 구조(좌)와 동작(우)⁽¹³⁾



그런데 순환 연결은 시간의 흐름에 따라 반복적으로 동작하기 때문에 순환 신경망을 긴 시간 동안 동작시킬 경우 깊은 신경망과 유사하게 동작한다. 예를 들어, <그림 10> 좌측의 순환 신경망은 구조적으로 매우 단순하지만, 우측 그림에서 수평 연결의 길이는 동작한 시간에 비례한다. 즉, 오랜 시간 동작하는 순환 신경망의 동작은 수평 방향의 계층이 많은 깊은 신경망과 유사하다. 따라서 순환 신경망은 딥러닝과 밀접한 관계를 가지며, 딥러닝 모델의 일종으로 분류되는 경우도 많다.

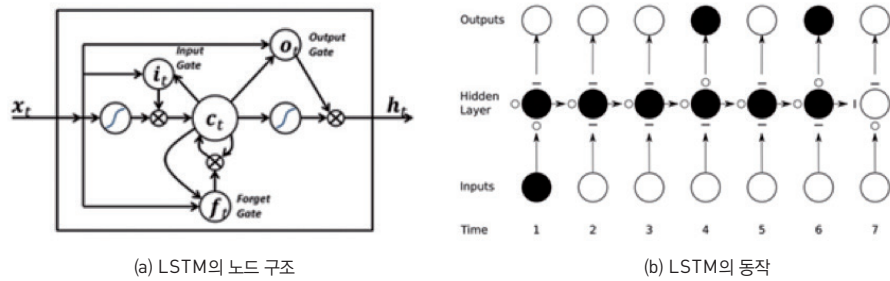


그런데 순환 신경망이 과거의 정보를 반영하긴 하지만, 현재로부터 시간적으로 멀어질수록 정보의 강도가 약화되기 때문에 시간 거리가 먼 정보간의 상관관계는 잘 학습하지 못한다. 예를 들어, 자연어 처리 등에서는 상호 중요한 관계를 갖는 정보가 시간적으로 많이 떨어져 있는 경우가 자주 발생하기 때문에 일반적인 RNN은 이러한 상관 관계를 학습하는데 효과적이지 못했다.

이러한 문제를 해결한 새로운 순환 신경망 모델이 제안되었는데, 최근 가장 우수한 성능을 보이고 있는 모델은 LSTM(long short-term memory) 네트워크이다⁽¹⁴⁾. LSTM은 과거 정보를 매우 오랫동안 보관할 수 있도록 설계되었다. LSTM의 기본 노드의 구조는 <그림 11> (a)와 같다. 기존 RNN에서는 입출력 연결 및 과거 정보를 반영하는 순환 연결이 매우 단순하였다. 그러나 LSTM은 그보다 복잡한 구조를 갖는다. 각 노드는 입력, 출력, 그리고, 현재 노드의 상태 정보를 제어하는 세 종류의 게이트(입력, 출력, 망각 게이트)를 갖는다. 입력 게이트와 출력 게이트는 각각 입력과 출력 신호를 제어하고, 망각 게이트(forget gate)는 현재 노드에 저장된 정보를 유지할 것인지 버릴 것인지 여부를 결정한다. 이 세 종류의 게이트에 의해 각 시간에 입력을 받아들일지, 현재 저장된 정보를 보관할지, 값을 출력할지 여부를 결정한다. 이와 같이, 과거의 정보를 보관할지 여부를 별도의 구조를 이용해 판단하기 때문에 의미가 있는 정보들이 오래되더라도 소실되지 않고 보존될 수 있다.

(13) <http://www.wildml.com/2015/09/recurrent-neural-networks-tutorial-part-1-introduction-to-rnns/>

(14) S. Hochreiter and J. Schmidhuber, LONG SHORT-TERM MEMORY, Neural Computation 9(8):1735(1780, 1997

〈그림 11〉 LSTM의 구조 및 동작⁽¹⁵⁾

LSTM은 최근 음성 인식, 필기 인식, 그리고 기계번역을 비롯한 자연어 처리에서 탁월한 성능을 보이며 기계 학습의 핵심 방법론으로 자리 잡았다. 뿐만 아니라, 로봇 컨트롤, 동작인식, 시간적 예측 등에도 널리 활용된다.

(6) 딥러닝의 성공 사례

딥러닝은 다양한 패턴 인식 문제에 적용되어 매우 높은 성능을 나타내었다. 필기숫자인식에 있어서는 가장 널리 사용되는 MNIST 데이터에 대하여 0.23%의 오류율을 보였다⁽¹⁶⁾. 수 년 전까지 성능이 좋다고 평가되었던 SVM의 최저 오류율이 0.56%였던 것과 비교하면 딥러닝을 통해 성취한 오류율은 매우 낮은 수준이다⁽¹⁶⁾.

딥러닝은 중국어 인식에도 매우 높은 성능을 보이고 있다. 최근까지 중국어 인식에는 mQDF(modified Quadratic Discriminant Function)이 가장 널리 사용되었다. 그러나 2011년도 ICDAR(International Conference on Document Analysis and Recognition)에서 개최된 컨테스트에서 CASIA(Chinese Academy of Science, Institute of Automation) 데이터에 대해 CNN을 사용한 시스템이 가장 높은 성능을 보였다⁽¹⁷⁾. 이 같은 트렌드는 2013년에도 이어졌는데, CNN은 최고 94.77%의 인식률을 보여 기존 방법으로 얻은 가장 높은 인식률 92.64%를 크게 상회하였다⁽¹⁸⁾. 최근에는 CNN에 문맥정보(domain-specific knowledge)를 결합하여 96.87%까지 성취한 연구결과가 발표되었다⁽¹⁹⁾.

또한 가장 큰 규모의 물체 인식 컨테스트인 ILSVRC(ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge) 2013부터는 1위 뿐 아니라 대부분의 상위 랭커들이 CNN에 기반을 둔 방법을 사용하였다⁽²⁰⁾. 특히 ILSVRC는 매년 새로운 기술이 발표되며 그 성능을 높이고 있기 때문에 딥러닝 기술의 발전을 가장 잘 볼 수 있는 기술 컨테스트이다.

얼굴인식 분야에서도 CNN은 기존의 최고 기록을 갱신하였다. 얼굴인식에서 널리 사용되는 LFW(Labeled Faces in the Wild) 데이터에 대하여 기존 최고 성능이 96.33%였으나, 2014년 CNN을 적용한 결과

(15) Klaus Greff, Rupesh Kumar Srivastava, Jan Koutník, Bas R. Steunebrink, Jürgen Schmidhuber (2015). "LSTM: A Search Space Odyssey". arXiv:1503.04069.

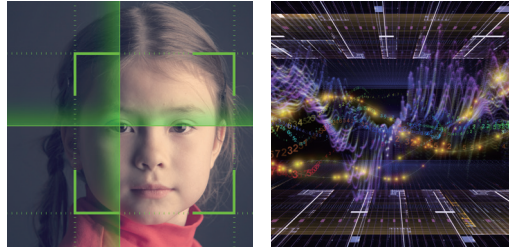
(16) <http://yann.lecun.com/exdb/mnist>

(17) Cheng-Lin Liu, Fei Yin, Qiu-Feng Wang, Da-Han Wang, ICDAR 2011 Chinese Handwriting Recognition Competition, 2011. (<http://www.nlpr.ia.ac.cn/events/HRcompetition/Report.html>)

(18) Fei Yin, Qiu-Feng Wang, Xu-Yao Zhang, Cheng-Lin Liu, ICDAR 2013 Chinese Handwriting Recognition Competition, 2011. (<http://www.nlpr.ia.ac.cn/events/CHRcompetition2013/competition/Report.html>)

(19) W. Yang, et. al, Improved Deep Convolutional Neural Network For Online Handwritten Chinese Character Recognition using Domain-Specific Knowledge, <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1505/1505.07675.pdf>

(20) <http://www.image-net.org/challenges/LSVRC/2014/results>



97.35%로 더 높은 성능을 보였다⁽²¹⁾. 그 후 CNN에 기반한 얼굴인식 기술은 계속 발전되어 최근에는 Google에서 개발한 FaceNet이 무려 99.63%의 높은 성능을 기록하였다⁽²²⁾.

필기 한글 인식에서도 CNN은 높은 성능을 나타내었다. 가장 널리 사용되는 필기 한글 데이터는 SERI95a와 PE92이다. 2000년대 초반까지 구조적 방법이 가장 높은 성능을 보였고 2011년도에 이르러서는 통계적 방법도 그와 유사한 성능을 나타내었다. 기존 방법에 의한 최고 인식률은 SERI95a에 대하여 93.71%, PE92에 대하여 87.7%에 머물렀었다. 그러나 CNN을 필기 한글에 적용하였을 때 SERI95a에 대하여 95.96%, PE92에 대하여 92.92%의 성능을 나타내었다⁽²³⁾. 이는 기존 최고 성능과 비교하여 35.71%, 42.44%의 상대적 오류 감소율에 해당한다. 최근에는 더욱 발전하여 SERI95a에 대하여 97.67%, PE92에 대하여 96.34%까지 성능이 향상하였다⁽²⁴⁾.

Deep learning은 음성인식 분야에서도 높은 성능을 제공하였다. 기존에 널리 사용되는 방법은 HMM(hidden Markov Model)과 GMM(Gaussian mixture model)을 결합한 continuous HMM이었다. 그러나 GMM대신 딥러닝 모델인 DBN(deep belief network)을 HMM과 결합함으로써 오류율을 20%까지 낮추었다⁽²⁵⁾. 또한 2013년에는 LSTM이 TIMIT(Texas Instruments and Massachusetts Institute of Technology) 데이터에 대하여 17.7%의 오류율을 기록하면서 LSTM이 음성 인식에서 가장 우수한 방법이 되었다. 또한, LSTM은 2009년 ICDAR의 필기인식 컨테스트에서 우승을 차지하면서 온라인 필기 인식에도 우수한 성능을 보이고 있다.

이 외에도 딥러닝을 새로운 분야에 적용하려는 시도는 지속적으로 이루어지고 있으며 계속 새로운 성공 사례들이 만들어지고 있다.

(21) Yaniv Taigman, Ming Yang, Marc'Aurelio Ranzato, Lior Wolf, DeepFace: Closing the Gap to Human-Level Performance in Face Verification, CVPR2013.

(22) F. Schroff, D. Kalenichenko and J. Philbin, FaceNet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering, <http://arxiv.org/abs/1503.03832>

(23) In-Jung Kim, Xiaohui Xie, Handwritten Hangul recognition using deep convolutional neural networks, International Journal on Document Analysis and Recognition (IJDAR), vol. 18, issue 1, pp. 1-13, Sep. 2014.

(24) I.-J. Kim, C. Choi, and S.-H. Lee, Improving discrimination ability of convolutional neural networks by hybrid learning, International Journal of Document Analysis and Recognition, online published (http://link.springer.com/article/10.1007/s10032-015-0256-9?wt_mc=internal.event.1.SEM.ArticleAuthorOnlineFirst), 2015

(25) Hinton, Geoffrey, et al. "Deep neural networks for acoustic modeling in speech recognition: The shared views of four research groups." Signal Processing Magazine, IEEE 29.6 (2012): 82-97.

4. 딥러닝 기술의 최근 발전 동향

(1) 계층 및 네트워크 구조의 발전

CNN은 2차원 영상으로부터 고수준 특징을 추출하는데 효과적이지만, 더욱 우수한 계층 및 네트워크의 구조를 개발하기 위한 연구가 활발하게 이루어졌다. 컨볼루션 연산은 2차원 특징을 학습하고 추출할 수 있으나, 선형 연산에 의존하기 때문에 입력 벡터에 대한 선형 조합으로 구성된 특징만을 학습할 수 있다. 또한 CNN은 고정된 크기의 영상을 입력 받기 때문에 인식대상 물체의 크기가 어느 정도 일정해야 한다는 제약이 있다. 이러한 한계를 극복하고 더욱 효과적으로 특징을 추출하기 위해 max-out 네트워크⁽²⁶⁾, NIN(network-in-network)⁽²⁷⁾, 공간적 피라미드 통합(SPP, spatial pyramid pooling) 계층⁽²⁸⁾, 인셉션(Inception) 계층⁽²⁹⁾ 등이 개발되었다. Max-out 계층은 복수의 내부 은닉 노드들을 가지며, 각 은닉 노드는 입력 벡터에 대해 선형 연산을 수행한다⁽²⁶⁾. Max-out 계층은 여러 개의 은닉 노드가 계산한 선형 특징의 값 중에서 가장 큰 값을 출력한다. 이와 같이 복수의 선형 특징 중 최대값을 선택하는 연산은 선형 컨볼루션으로는 표현할 수 없는 다양한 비선형 함수를 근사할 수 있다.

NIN은 max-out 계층의 아이디어를 좀 더 일반화 한 MLPconv 계층으로 구성된다⁽²⁷⁾. 기존의 컨볼루션 계층에서는 각 특징맵이 하나의 선형 컨볼루션 연산자를 갖는데 반해, MLPconv 계층의 특징맵은 복수의 선형 컨볼루션 연산자와 내부 MLP를 갖는다. 각 입력 영역으로부터 컨볼루션 연산자들이 추출한 특징들은 내부 MLP에 입력되어 한 번 더 조합된다. MLPconv 계층은 이와 같이 복수의 내부 계층을 포함하기 때문에 단일 계층만으로도 구분력이 강한 비선형 특징을 추출할 수 있다. 다수의 MLPconv 계층들로 구성된 NIN은 특징 추출 성능이 우수하기 때문에 최상위 계층에서 복잡한 완전 연결 계층대신 간단한 전역 평균 통합(global average pooling)만을 사용해도 잘 인식할 수 있다. 또한 간단한 인식 계층을 사용할 경우 오버피팅(overfitting) 문제가 적게 발생하는 추가적인 장점을 얻을 수 있다.

SPP 계층은 CNN이 인식대상 물체의 크기가 균일해야 한다는 제약을 극복하기 위해 개발되었다⁽²⁸⁾. 일반적인 CNN은 특징 통합을 위해 최대값 통합 계층을 이용한다. 최대값 통합 계층은 입력 특징맵을 균일한 크기의 영역으로 분할하고 각 영역의 최대값을 선택하기 때문에 인식대상 물체의 크기 변이를 고려하지 않는다. 그러나 SPP 계층은 입력 특징맵을 다중 스케일 피라미드로 분할함으로써 입력 특징을 다양한 스케일로 통합한다. 예를 들어, 입력 특징맵들을 각각 3x3, 2x2, 1x1 등의 다른 스케일로 분할한 후 각 영역의 최대값들을 다음 계층으로 전달하면 입력 영상 중 인식 대상 물체의 크기 변화에 대한 적응력을 개선할 수 있다. 이러한 SPP 계층은 특히 CNN을 물체의 검출에 사용할 때 효과적이다.

인셉션 계층은 신경망의 연결 수를 최소화 하면서 성능이 우수한 CNN을 구성하기 위해 개발되었다⁽²⁹⁾. 인셉션 계층은 1x1, 3x3, 5x5 등 세 가지 컨볼루션 연산과 3x3 최대값 통합 연산으로 구성되어 다양한 스케일의 특징을 추출한다. 또한 3x3, 5x5 컨볼루션 및 최대값 통합에는 1x1 컨볼루션을 추가로 적용함으로써 특징벡터의 차원을

(26) Graves, Alex; Mohamed, Abdel-rahman; Hinton, Geoffrey (2013). "Speech Recognition with Deep Recurrent Neural Networks". Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2013 IEEE International Conference on: 6645-6649.

(27) M. Lin, Q. Chen, and S. Yan, "Network in network", Proc. ICLR, 2014.

(28) K. He, et al. "Spatial pyramid pooling in deep convolutional networks for visual recognition", Computer Vision-ECCV 2014. Springer International Publishing, 346-361, 2014.

(29) C. Szegedy, et al. "Going deeper with convolutions." arXiv preprint arXiv:1409.4842, 2014.

축소하였다. 이와 같은 구조는 다양한 스케일의 정보를 학습할 수 있으면서도, 노드간 연결을 최소화 함으로써 비교적 적은 파라미터로 많은 계층을 사용할 수 있게 한다.

네트워크 구조의 측면에서 CNN은 더 많은 계층과 특징맵들을 포함하며 규모가 커지는 방향으로 발전하였다. LeCun이 90년대에 개발한 LeNet은 7개의 계층으로 구성되었다^[8]. 2012년 Ciresan은 10개의 계층을 사용하여 중국어를 인식하였고^[30], Krizhevsky는 11개의 계층을 사용하여 ILSVRC2012에서 우승하였다^[31]. CNN의 계층 수가 증가할수록 더 복잡한 패턴을 효과적으로 학습할 수 있다. 그러나 학습해야 할 파라미터의 수가 증가하여 계산량과 메모리가 더 많이 필요하게 되고, 더 많은 학습 데이터를 요구하는 등 현실적 문제가 발생한다.

최근에는 더 많은 계층을 사용하면서도 이러한 문제점을 최소화 하기 위한 방법들이 제안되었다. GoogLeNet은 무려 22개의 계층을 포함하여 매우 강력한 성능을 갖는다^[29]. 그럼에도 불구하고, 적은 연결로도 우수한 표현력을 갖는 인셉션 계층으로 구성되었기 때문에 네트워크가 갖는 파라미터는 비교적 적다. ILSVRC2014에서 우승한 VGG 팀은 가중치가 있는 계층만 11~19개, 최대값 통합 계층을 포함해 15~24개의 계층으로 구성된 깊은 CNN을 사용하였다^[32]. 특히, 일반적인 CNN들이 5x5~7x7 크기의 컨볼루션 연산자를 사용하고 컨볼루션 계층과 최대값 통합 계층을 교대로 배치한 것에 반해, VGG 팀은 3x3연산자를 사용하는 컨볼루션 계층을 2~4개씩 중첩하였다. 여러 개의 작은 컨볼루션 연산자를 중첩할 경우 하나의 큰 컨볼루션 연산자와 유사한 영역을 처리할 수 있으면서도 학습 파라미터의 수는 적은 수로 유지할 수 있기 때문에 학습 효율과 성능이 개선된다.

(2) 학습 알고리즘의 발전

LeCun이 기울기 기반 학습 알고리즘을 LeNet에 성공적으로 적용한 이후에도 다양한 학습 방법이 개발되었다. 딥러닝에 사용되는 깊은 신경망들은 많은 수의 파라미터를 포함하기 때문에 오버피팅 문제가 자주 발생한다. 이를 방지할 수 있는 근본적인 방법은 학습 데이터를 충분히 수집하는 것이지만 현실적으로 쉽지 않기 때문에 정형화 기법(regularization techniques)을 적용함으로써 보완한다. 가장 기본적으로 사용되는 정형화 기법은 신경망의 학습과정에 목적 함수의 최적화 이외에도 파라미터들이 극단적인 값을 갖지 않도록 추가적인 제약을 가하는 것이다^[33].

2012년 Hinton이 개발한 dropout 알고리즘도 오버피팅을 방지하는데 효과적이다^[34]. 학습 단계에서 신경망의 은닉 노드들을 특정 확률로 비활성화함으로써 노드들의 공동적응(co-adaptation)을 방지하여 각 노드들이 독립적인 특징을 학습하도록 유도한다. 이론적으로 dropout은 노드들을 공유하는 다수의 신경망들의 출력을 기하 평균으로 통합한 것과 유사한 효과가 있다. Dropout은 많은 실험에서 그 효과가 검증되어 널리 사용되고 있다. 사람이나 동물에게 새로운 지식을 가르칠 때 먼저 쉬운 예제들을 보여줌으로써 중요한 개념을 익히게 한 후, 점점 어려운 예제들을 제시하여 복잡한 개념을 익히게 할 경우 교육효과가 개선된다. Bengio는 이러한



[30] D. Ciresan and J. Schmidhuber, "Multi-column deep neural networks for offline handwritten Chinese character classification", arXiv preprint arXiv:1309.0261, 2013.

[31] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. Hinton. "Imagenet classification with deep convolutional neural networks", Advances in neural information processing systems. 2012.

[32] K. Simonyan, and A. Zisserman, "Very deep convolutional networks for large-scale image recognition", arXiv preprint arXiv:1409.1556, 2014.

[33] [https://en.wikipedia.org/wiki/Regularization_\(mathematics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Regularization_(mathematics))

[34] G. Hinton, et al. "Improving neural networks by preventing co-adaptation of feature detectors", arXiv preprint arXiv:1207.0580, 2012.

사실을 신경망의 학습에 적용한 커리큘럼 학습(curriculum learning) 방법을 제안하였다⁽³⁵⁾. 신경망을 학습할 때 학습 데이터를 임의의 순서로 제공하는 것이 아니라, 의도적으로 결정된 순서에 따라 제공한다. 잘 설계된 커리큘럼에 따라 신경망을 학습할 경우 학습 속도가 증가할 뿐 아니라 학습 결과도 개선된다.

최근 Ioffe는 깊은 신경망의 학습이 느린 이유 중의 하나가 학습 도중 발생하는 내부 공변인 이동(internal covariate shift)임을 지적하였으며 이에 대한 해결책으로 배치 정규화(batch normalization) 방법을 제시하였다⁽³⁶⁾. 신경망의 상위 계층은 하위 계층이 출력한 특징 벡터에 대하여 학습된다. 그런데 학습이 진행되는 동안 하위 계층의 파라미터가 바뀌기 때문에 출력 특징의 분포가 변하고, 이는 상위 계층의 학습을 방해한다. 이러한 문제를 최소화하기 위해서는 학습률(learning rate)을 낮추어야 하는데, 이 경우 학습 속도가 저하된다. Ioffe가 제시한 새로운 해결책은 학습 과정 중 학습 데이터의 배치별로 하위 계층의 출력 특징의 분포가 일정해 지도록 정규화 하는 것이다. 이러한 배치 정규화를 적용하면 내부 공변인 이동이 상쇄되기 때문에 학습 속도가 개선될 뿐 아니라, 학습 후 성능도 더욱 개선된다.

(3) 시각화에 의한 학습 결과의 이해

CNN의 영상 인식 성능은 매우 우수하나, CNN이 데이터로부터 학습한 내용이 무엇인지 확인하는 것은 간단하지 않다. 최하단 컨볼루션 계층의 경우 각 컨볼루션 연산자의 가중치를 시각화함으로써 어떠한 특징을 학습했는지 확인하는 것이 가능하다. 그러나 그 외의 계층이 학습한 정보를 시각화하는 것은 쉽지 않다. CNN이 전향적(feed-forward) 네트워크이기 때문에 입력영상, 또는 저수준 특징으로부터 고수준 특징으로의 상향식 추상화는 잘 수행하는 반면, 반대 방향의 하향식 연산은 제공하지 않기 때문이다. 따라서 CNN이 학습한 내용을 시각화하고 이해하기 위해서는 추상화를 위한 상향식 연산 이외에 고수준 특징으로부터 저수준 특징, 또는 영상을 생성할 수 있는 하향식 연산이 요구된다.

CNN에 하향식 연산을 구현할 수 있는 방법으로는 컨볼루션 DBN(CDBN, convolutional deep belief networks)⁽³⁷⁾, 디컨볼루션 네트워크(deconvolutional networks)⁽³⁸⁾⁽³⁹⁾ 등이 있다. CDBN은 컨볼루션 RBM(CRBM, convolutional restricted Boltzmann machine)과 확률적 최대값 통합 계층(probabilistic max-pooling layers)으로 구성된다⁽³⁷⁾. CRBM은 컨볼루션 계층과 유사한 구조를 갖는다. 그러나 각 노드의 동작은 RBM(restricted Boltzmann machine)과 동일하여 추상화를 위한 상향식 연산뿐 아니라 패턴생성을 위한 하향식 연산을 제공한다. 디컨볼루션 네트워크는 영상의 분석과 합성을 위한 특징을 추출하기 위해 개발되었다⁽³⁸⁾. 디컨볼루션 네트워크는 복수의 디컨볼루션 계층(deconvolution layers)으로 구성된다. 디컨볼루션 연산은 컨볼루션 연산의 역함수에 해당한다. 디컨볼루션 계층과 역통합 계층(unpooling layers)을 조합하면 컨볼루션 계층과 최대값 통합 계층으로 구성된 CNN의 역작용에 해당하는 하향식 연산을

(35) Y. Bengio, et al. "Curriculum learning." Proc. 26th annual international conference on machine learning. ACM, 2009.

(36) S. Ioffe and C. Szegedy, "Batch normalization: Accelerating deep network training by reducing internal covariate shift", arXiv preprint arXiv:1502.03167, 2015.

(37) H. Lee, et al. "Convolutional deep belief networks for scalable unsupervised learning of hierarchical representations." Proc. 26th Annual International Conference on Machine Learning. ACM, 2009.

(38) M. Zeiler, et al. "Deconvolutional networks", Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), IEEE Conference on. IEEE, 2010.

(39) M. Zeiler and R. Fergus. "Visualizing and understanding convolutional networks", Computer Vision-ECCV 2014, pp. 818-833, 2014.

구현할 수 있다⁽³⁹⁾. 입력 영상에 대해 CNN으로 특징을 추출한 후 은닉 계층의 특정 특징 맵으로부터 하향식 연산을 수행하면 그 특징 맵이 입력 영상의 어느 부분에 반응했는지를 시각화할 수 있다.

이와 같은 하향식 연산을 이용해 고수준 특징 맵을 시각화 한 결과 사람이 직관적으로 중요하다고 느끼는 부분이 생성되었다. 이러한 결과들은 CNN이 학습데이터로부터 실질적으로 중요한 특징을 잘 학습할 수 있는가에 대한 질문에 긍정적으로 대답하였다.

(4) CNN과 기존 방법을 결합한 인식 시스템

CNN을 이용해 분할된 물체의 인식뿐 아니라 장면 인식, 다중 물체 인식 등 좀 더 확장된 문제를 해결하기 위한 연구도 수행되었다. 이러한 연구들은 CNN과 전통적인 방법론을 창의적으로 결합하여 CNN만으로는 수행하기 어려운 기능들을 효과적으로 구현하였다. Farabet은 CNN을 이용해 장면 영상 전체를 분석하였다⁽⁴⁰⁾. 다중 스케일 CNN을 이용해 영상의 각 화소가 어떤 물체의 일부인지를 대략적으로 판별한다. 그러한 화소들을 슈퍼픽셀(super-pixel)단위로 군집화하고, 슈퍼픽셀들을 연결하여 세그먼트 그래프를 구성한다. 이렇게 구성된 세그먼트 그래프에 대하여 다중 컷(multi-level cut) 알고리즘을 이용해 CNN의 판별 결과와 가장 잘 조화되는 분할 조합을 선택한다.

R-CNN(regions with CNN feature)은 영상으로부터 물체의 검출과 인식을 함께 수행한다⁽⁴¹⁾. 먼저 기존의 컴퓨터비전 기술을 이용해 물체가 존재할 것으로 추정되는 후보 영역들을 추출한 후 각 후보 영역에 대해 CNN을 활용해 실제 물체인지를 판별하고 인식을 수행한다. R-CNN은 전통적인 컴퓨터비전 기법과 CNN을 결합하여 우수한 성능을 성취한 대표적인 사례로 알려져 있다.

CNN을 이용해 순환적 신경망(RNN)을 구성한 연구도 활발히 진행되었다. Ba는 CNN기반 RNN을 이용해 사람이 물체에서 물체로 시선을 이동하며 순차적으로 인식하는 과정을 모방하였다⁽⁴²⁾. RNN으로 구현된 glimpse 네트워크를 이용해 영상 중 주목해야 할 영역을 결정하고 CNN을 이용해 선택된 영역을 분석한다. CNN의 분석 결과는 내부 표현에 반영되고, 다시 glimpse 네트워크에 입력되어 다음에 주목할 영역을 추출하는 과정에 반영된다. Sermanet는 Ba의 아이디어를 계승 발전시켜 물체의 세부 분류(fine-grained categorization)에 활용하였다⁽⁴³⁾. 물체를 세부 분류하기 위해서는 유사도가 높은 아종(sub-categories)들 간 차이점에 주목해야 한다. 이를 위해 glimpse 네트워크 이용해 입력 영상을 세부 분류하기 위해 주목해야 할 영역을 결정하였다.



(40) C. Farabet, "Towards Real-Time Image Understanding with Convolutional Network", Diss. Université Paris-Est, 2013.

(41) R. Girshick, et al. "Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation", Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), IEEE Conference on. IEEE, 2014.

(42) J. Ba, V. Mnih, and K. Kavukcuoglu. "Multiple object recognition with visual attention", arXiv preprint arXiv:1412.7755, 2014.

(43) P. Sermanet, A. Frome, and E. Real. "Attention for Fine-Grained Categorization", arXiv preprint arXiv:1412.7054, 2014.

5. 기계학습 기술의 산업화 사례

본 장에서는 3, 4장에서 설명한 기계학습 기술들이 실제 산업에 어떻게 적용되고 있는지를 설명한다.

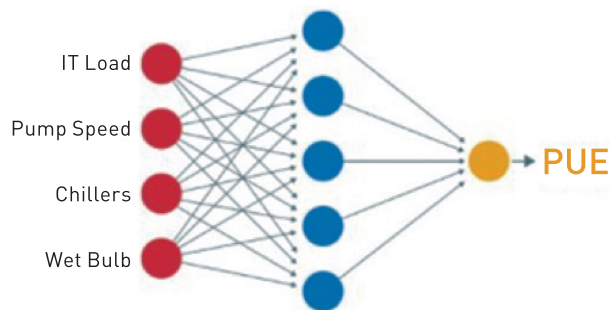


(1) 구글 : 기계학습 제국

세계적으로 기계학습 분야에서 가장 앞서가는 기업은 역시 구글이다. 구글 CEO 래리 페이지가 2014년 3월 TED 강연에서 기계학습을 '오랫동안 보아온 것 중에 가장 흥미로운 기술'이라고 말했다 정도로 기계학습 연구에 많은 투자를 하고 있다⁽⁴⁴⁾. 구글은 2013년 딥러닝의 대가인 Hinton 교수를 영입하고, 기계학습 전문 기업 딥마인드(deepmind)와 네스트(Nest)를 거액에 인수하는 등 우수한 연구진을 확보하였다. 또한 막대한 양의 데이터와 컴퓨팅 인프라를 보유하고 있어서 기계학습 연구에서 가장 이상적인 환경을 갖추고 있다. 그 결과, GoogLeNet⁽²⁹⁾, FaceNet⁽²²⁾, Batch Normalization⁽³⁶⁾ 등의 우수한 연구성과를 발표하면서 기계학습 관련 연구에서 앞서나가고 있다. 또한 그 결과를 적극적으로 활용하여 혁신적인 서비스를 개발할 뿐 아니라 회사의 운영에도 널리 활용하고 있다. 더 나아가 자사의 딥러닝 엔진을 공개하고 구글포토(Google Photo)를 이용해 데이터를 수집하는 등 기계학습 기술의 주도권을 확보해 나가고 있다.

먼저, 구글은 검색에 기계학습 알고리즘을 적극적으로 활용하고 있다. 구글 검색 엔진의 근간이라고 할 수 있는 페이지 랭크 알고리즘 랭크 브레인(Rank Brain)은 기계학습에 기반을 둔 텍스트마ining(text mining) 기술이다⁽⁴⁵⁾. 특히, 기계학습 기술을 사용한 음성 인식 기술과 영상인식 기술을 이용해 멀티미디어 콘텐츠의 검색 서비스도 이용한다. 또한 구글은 대규모 데이터센터를 운영하는데 있어서 성능 및 에너지 관점에서 최적화하기 위해 기계학습을 활용하고 있다. 데이터센터의 서버 및 장비들의 사용 시간 및 에너지 사용량을 측정한 후 이러한 정보에 대해 기계학습 기술을 이용하여 서버 및 기타 장비를 관리하고, 냉각 시스템을 운영한다. 그 결과 PUE(power usage effectiveness) 예측에 99.6%의 높은 정확도를 얻을 수 있었고, 에너지 절약을 포함한 데이터센터의 운영을 크게 효율화하였다⁽⁴⁶⁾.

〈그림 12〉 Google 데이터센터 PUE 예측 신경망⁽⁴⁶⁾

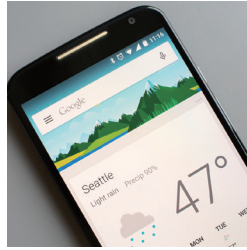


A simplified version of what the models do : take a bunch of data, find the hidden interactions, then provide recommendations that optimize for energy efficiency.

(44) Larry Page TED, <https://www.youtube.com/watch?v=6HQKkZzadlg>

(45) RankBrain: How Google Is Using Artificial Intelligence To Rank Web Pages <http://marketingland.com/rank-brain-how-googles-using-artificial-intelligence-to-rank-web-pages-148794>

(46) Machine Learning Drives Google Green Datacenter Ambitions, <http://www.nextplatform.com/2015/06/08/machine-learning-drives-google-green-datacenter-ambitions>



구글은 사용자의 데이터로부터 정보를 활용하여 서비스를 제공하고 있다. 구글의 개인비서 서비스 ‘구글나우 (Google Now)’는 자연어 인터페이스를 갖추고 있으며, 사용자의 검색 활동, 기기정보, 방문한 장소 등 분석하여 사용자가 원하는 정보를 능동적으로 제공한다⁽⁴⁷⁾. 구글나우에 사용되는 음성인식, 자연어처리 및 사용자 데이터로부터 제공할 정보를 추정하는 기능 등은 기계학습 기술을 이용해 구현된다.

얼마 전 공개한 스마트 리플라이(Smart Reply) 서비스 역시 기계학습 기술로 만들어졌다. 이메일의 내용을 분석해 상황에 맞는 답글의 후보를 사용자에게 제시한다⁽⁴⁸⁾. 따라서 사용자는 단말기에서 타이핑에 소요되는 시간을 낭비하지 않고 빠르게 응답할 수 있다. 이러한 지능적 서비스에 요구되는 자연어 처리 기술은 앞 절에서 설명한 LSTM을 이용해 구현되었다.

2015년 5월 발표된 사진 저장 서비스 구글포토(Google Photo)는 기계학습을 이용한 서비스이면서 동시에 기계학습 성능을 개선하기 위한 데이터 수집을 위해 만들어졌다⁽⁴⁹⁾. 모바일 단말기에서 촬영한 사진을 구글 클라우드에 백업한 후 자동으로 시간, 위치, 주제 별로 분류해 주고, 다른 사람들과 공유도 가능하게 한다. 또한, 사진을 스토리로 구성하거나, 여러 장의 사진을 연결하여 파노라마 사진을 만들어 주는 등 여러 가지 지능적인 서비스를 제공하고 있다. 그런데, 구글은 구글포토 서비스에 저장된 데이터를 딥러닝 엔진의 학습에 사용한다. 서비스 시작 6개월 만에 1억 명이 넘는 사용자를 확보하였으며, 무려 50억 장의 사진을 수집하였다. 이와 같이 방대한 데이터를 이용해 구글의 딥러닝 엔진을 학습할 경우 앞으로 구글의 기계학습 기술은 더욱 발전할 것으로 예상된다.

구글 번역은 기계학습을 이용한 다국어 번역 서비스이다⁽⁵⁰⁾. 2015년 12월 기준으로 90개의 언어를 지원하고 있으며, 매일 2억 명 이상의 번역을 제공하고 있다. 구글 번역은 문법적 규칙 등 전통적인 자연어 처리 알고리즘이 아닌 기계학습을 이용한 통계적 기계번역 기술로 개발되었다. 구글 번역기는 한 언어(L1)에서 다른 언어(L2)로 번역할 때 먼저 L1을 영어로 번역한 후 그 결과를 L2로 번역한다. 이 과정에서 코퍼스 기반 기계번역(CBMT, corpus-based machine translation)이라는 기술을 사용한다. 두 언어 간에 병렬 코퍼스를 기반으로 비교 분석하여 번역 결과물을 생성한다. 즉, 컴퓨터에게 언어의 문법을 가르치는 것이 아니라, 다량의 문서들로부터 문법을 스스로 배우도록 하는 것이다. 따라서 데이터의 양이 많아질수록 번역 성능도 개선될 것으로 예상된다.

구글은 2010년 자율주행자동차 개발 계획을 발표한 이후 지속적으로 연구에 투자해 왔다⁽⁵¹⁾. 2014년 12월에는 자율주행차의 시제품을 공개하였다. 구글의 자율주행차에는 3D 카메라를 비롯한 여러 가지 센서들이 장착되

(47) Google Now, <https://www.google.com/landing/now>

(48) Smart Reply, <http://www.wired.co.uk/news/archive/2015-11/03/google-smart-reply-machine-learning-email>

(49) Google Photo, <https://photos.google.com>

(50) Inside Google Translate (https://www.youtube.com/watch?v=_GdSC1Z1Kzs)

어 있어서 도로 상황을 실시간으로 파악한다. 3D 카메라는 30m 거리까지의 물체를 탐지할 수 있으며, 레이저 센서는 360도 주변의 물체를 감지한다. 지난 3월까지 3년간 130만 Km의 무사고 기록을 달성하였으며 가까운 미래에 무인차를 상용화 할 계획을 가지고 있다. 특히 구글은 복잡하고 어려운 판단, 예를 들어 인간의 윤리적 판단이 요구되는 상황에서의 판단까지도 기계학습을 통해 익힐 수 있을 것으로 예측한다.

〈그림 13〉 구글 자율주행차

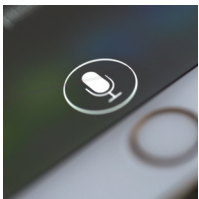


(a) 자율주행차 초기버전



(b) 자율주행차 시제품

구글은 자사의 기계학습 엔진인 텐서플로우(TensorFlow)를 오픈소스로 공개하였다^[52]. 구글의 제품 중 50개 이상이 텐서플로우를 사용한다고 있다고 알려져 있다. 그 이유는 다음과 같이 분석된다. 세계적으로 기계학습의 적용 분야는 급증하고 있으나, 기계학습 전문가가 부족하여 구하기 어려운 상황이다. 따라서 텐서플로우를 공개함으로써 많은 전문가들이 자신들의 기계학습 엔진을 사용하도록 만들고, 더 나아가 개발에 참여하도록 유도함으로써 기계학습 전문가들의 영입과 네트워킹을 강화할 수 있다. 두 번째는 텐서플로우를 공개함으로써 많은 사람들이 사용하도록 유도하여 협업의 발판을 마련하고 기계학습 분야에 구글의 영향력을 강화할 뿐 아니라, 더 나아가 기계학습 분야의 주도권을 갖기 위한 전략으로 추정된다. 에릭 슈미트는 심지어 상당수의 경쟁자들도 구글의 기술을 활용할 것으로 예측하였다. 또한 구글은 텐서플로우를 공개하더라도 자신들의 기술적 경쟁력에는 문제가 없다고 판단한 것으로 추정한다. 기계학습에는 알고리즘과 소프트웨어뿐 아니라 데이터와 컴퓨팅 인프라가 요구된다. 구글은 우수한 기계학습 기술을 보유하고 있을 뿐 아니라 데이터 및 인프라 측면에서 우월적인 위치에 있기 때문에 핵심 엔진을 공개하더라도 경쟁력에는 문제가 없을 것이다.



(2) 마이크로소프트의 RankNet, Cortana, Azure

마이크로소프트는 기계학습 기술을 이용해 검색 서비스 Bing과 인공지능 비서 코타나(Cortana)를 개발하였다. Bing에 사용된 RankNet은 기계학습을 기반으로 웹페이지의 순위를 결정한다^[53]. 코타나는 애플의 시리(Siri)와 유사한 지능형 개인비서 서비스이다^[54]. 음성인식을 이용해 대상을 입력 받아 검색엔진을 통해 사용자가 원하는 결과를 보여준다. 또한 메시지나 메일, 일정 등을 확인하고 관리할 수 있도록 돕는다. 구글나우처럼 사용자에게 유용한 정보를 자동으로 추천해 주기도 한다.

(51) Google Self-driving Car Project, <https://www.google.com/selfdrivingcar>

(52) TensorFlow, <https://www.tensorflow.org>

(53) C. Burges, et.al, Learning to Rank using Gradient Descent, http://research.microsoft.com/en-us/um/people/cburges/papers/ICML_ranking.pdf

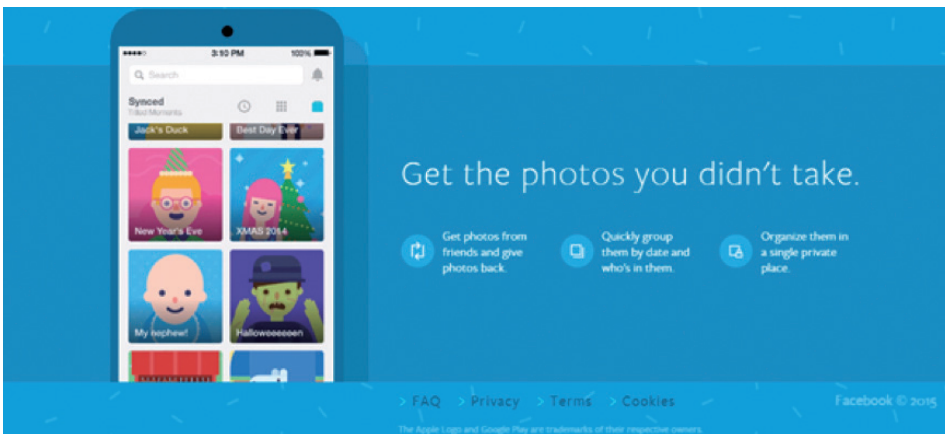
(54) What is Cortana?, <http://windows.microsoft.com/en-us/windows-10/getstarted-what-is-cortana>

마이크로소프트는 자사의 기계학습기술을 서비스로 만들어 애저 기계학습(Azure Machine Learning)이라는 이름으로 출시했다. 애저 서비스는 기계학습 알고리즘과 컴퓨팅 파워를 제공하여 쉽게 기계학습 시스템을 구성할 수 있도록 돕는다. 승강기 기업 티센크루프는 애저 기계학습을 통해 74%의 고장을 예측하였으며, 카네기 멜론 대학은 애저를 이용해 유동인구 데이터를 활용함으로써 에너지소비를 약 30% 절감하였다⁽⁵⁴⁾.

(3) 페이스북의 사진 공유 서비스 Moments

페이스북은 인공지능연구소를 설립하고 두 명의 유명한 전문가 러쿤(Yann LeCun) 교수 및 퍼거스(Rob Fergus) 교수를 영입하였다. 페이스북은 2013년 Deep Face라는 딥러닝 기반 얼굴인식 엔진을 개발하였다. 당시 LWF 얼굴 영상 데이터에 대하여 97.35%의 높은 성능을 발표한 바 있다⁽²¹⁾. 이를 기반으로 페이스북은 2015년 6월 얼굴인식기술을 탑재한 사진공유 서비스 Moments를 공개하였다⁽⁵⁵⁾. Moments는 사진을 스캔해서 사진 내 특정 인물의 앨범을 자동으로 생성한다. 흥미로운 것은 사용자가 아니라 다른 사람이 촬영한 사진들까지도 모을 수 있는 점이다.

〈그림 14〉 Facebook Moments



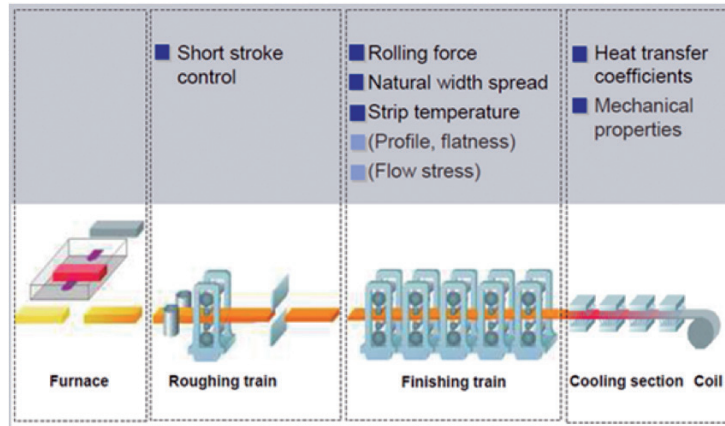
(4) 지멘스의 기계학습 응용 사례

지멘스(Siemens)는 오래 전부터 기계학습을 활용해 온 대표적인 기업이다. 기계학습을 성공적으로 실용화한 경험을 바탕으로 적용 분야를 점점 넓히고 있다⁽⁵⁵⁾.

먼저 지멘스는 철강 생산과정 중 압연에 기계학습을 적용하였다. 철강의 품질은 압연 과정 중 로울러의 힘, 온도 등 다양한 요소의 영향을 받는다. 이러한 상관관계를 기계학습을 통해 학습함으로써 효과적으로 압연 공정을 제어하였다. 기존의 방법은 물리적 공식만을 이용하였는데, 기계학습을 적용하자 오차가 크게 감소하였을 뿐 아니라 환경의 변화에도 잘 적응하였다.

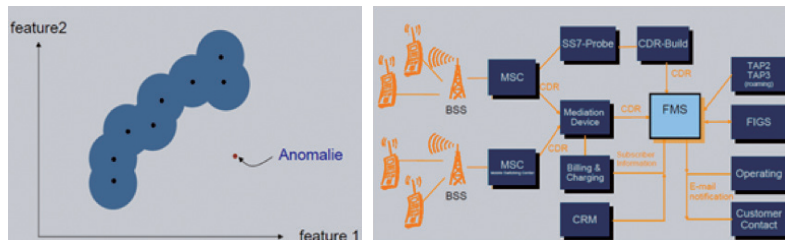
(55) Facebook Moments, <http://www.momentsapp.com/>

〈그림 15〉 지멘스의 철강 생산과정



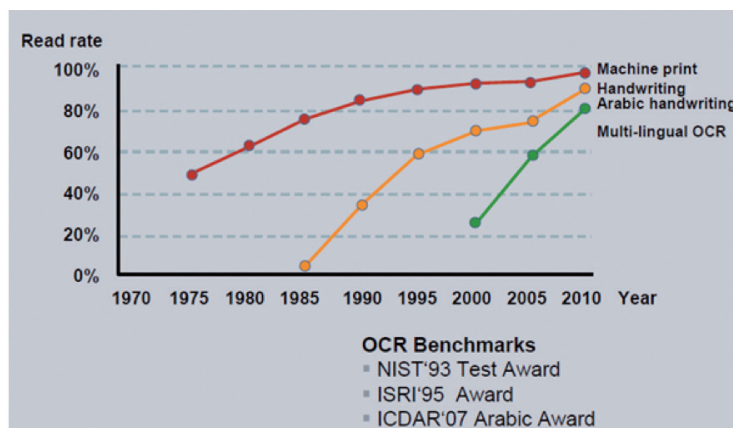
또한 지멘스는 시스템의 동작을 관찰하다가 비정상적으로 보이는 이상 현상(anomaly)을 검출하는데 기계 학습 알고리즘을 사용하였다. 정상적인 상황에서의 동작을 확률 분포, 또는 클러스터의 형태로 학습한 후 학습된 패턴과 다른 현상이 발견되면 이상 상황으로 검출한다. 이러한 이상 현상 검출 기술은 사고상황 관리, 금융 사기 검출, 원격 기계 진단 등에 폭넓게 응용되었다.

〈그림 16〉 이상 현상 검출 방법 및 이를 이용한 금융사기 검출 시스템



주소인식을 통한 우편자동화 및 의료영상분석은 지멘스가 오래 전부터 기계학습 기술을 적용해 온 분야이다. 오랜 기간 동안 다양한 기계학습 방법론을 적용시키며 지속적으로 성능이 개선되고 있다. 〈그림 17〉은 기계학습 기술의 발전에 따른 주소 인식 성능의 개선을 보여준다.

〈그림 17〉 주소 인식 성능의 발전(Siemens)



(5) 오바마 선거캠프의 유권자 맞춤 선거 전략

미국의 오바마 대통령의 재선캠프에서는 빅데이터와 기계학습을 효과적으로 이용한 사례로 손꼽힌다. 근사적으로 접근하던 모든 데이터를 수치화하고 그 값을 바탕으로 효율적으로 자원을 분배하였다. 또한 유권자들을 투표 성향, 성별, 인종 등으로 나누어 유권자 명부를 작성하고, 이를 바탕으로 유권자들의 성향에 따라 다른 전략을 사용하였다. 이와 같은 기법은 선거 자금 모금에도 사용되었다. 이와 같이 기계학습을 활용한 덕분에 오바마 대통령은 선거를 매우 효율적으로 치를 수 있었다.

(6) 캐스피다(Caspida)의 기계학습 기반 지능형 보안 시스템

캐스피다는 기계학습을 이용하여 세계최고 수준의 보안 탐지 기술을 보유하고 있다^[56]. 보안사건 중 다수가 자격 증명을 악용한 공격으로 파악되고 있는데, 공격자가 유효한 자격 증명을 사용할 경우 기존 보안 기법으로는 탐지하기가 매우 어렵다. 이와 같이 보이지 않는 위협을 탐지할 수 있는 가장 좋은 방법은 기계학습이다. 기계학습을 이용하면 고객들의 행동 분석을 통해 보안 위협을 사전에 감지하고 대응할 수 있다. 캐스피다는 기계학습을 이용해 지능형 위협과 악의적 내부자를 탐지하여 보안 업계에서 혁신을 주도한 업체로 평가받고 있다. 이와 같은 기술력을 인정받아 2015년 7월 캐스피다는 스플링크에 인수되었다^[56].

(7) 크리테오(Criteo)의 기계학습 기반 개인 맞춤형 퍼포먼스 광고

크리테오는 맞춤형 광고 디스플레이 기업이다^[57]. 기계학습 기술을 이용하여 대량 소비자 데이터를 분석해 개인 맞춤형 퍼포먼스 광고를 집행한다. 그 결과 사용자가 관심을 가질 만한 광고를 디스플레이할 수 있고, 그 결과 구매 전환 비율이 높다. 뿐만 아니라 데이터가 많아지면 성능이 개선되는 기계학습의 특성상 광고가 집행될수록 예측력과 추천 정확도가 높아진다.

이와 같은 기술을 바탕으로 측정 가능한 ROI를 제공하는 것이 가능하다. 기존의 광고 엔진이 클릭률을 기준으로 광고비를 결정하지만 클릭이 실제 구매로 이어지지 않는 경우가 많기 때문에 광고주 입장에서는 불확실성이 많다. 이에 반해, 크리테오는 기계학습을 이용해 30%에 이르는 높은 구매 전환율을 기반으로 광고비를 제시할 수 있어 광고주들이 기대 수익을 예측하기 용이하다.

(8) 아마존(Amazon) : 구매추천 및 예측, AWS 기계학습 클라우드

아마존은 기계학습을 이용해 고객의 구매 패턴을 분석해 관심 있을 만한 상품을 추천한다. 구매 추천 서비스는 매우 효과적이어서 아마존 매출의 1/3 이상이 구매 추천 서비스에 의해 발생한다. 더 나아가 2014년에는 고객이 주문하기도 전에 배송을 시작하는 기술을 실용화 하였으며, 관련 특허도 확보하였다^[58]. 기계학습을 이용해 고객이 구매할 것으로 예상되는 물품을 미리 포장해서 고객과 가까운 물류창고에 옮겨 놓음으로써 배달 시간과 물류 비용을 절감하였다.

이와 같이 기계학습 기술의 효과를 활용한 경험을 바탕으로 아마존 웹서비스(AWS, Amazon Web Services)에서는 클라우드 서비스에 기계학습 기능을 추가해 제공하고 있다^[59]. 아마존이 보유한 기계학습 알

[56] Caspida, <http://caspida.com>

[57] Criteo, <http://www.criteo.com>

[58] Amazon Patents Anticipatory Shipping, <http://techcrunch.com/2014/01/18/amazon-pre-ships>

고리즘을 클라우드 사용자가 활용하여 부정거래탐지, 요구예측, 콘텐츠 개인화, 사용자행동 예측, 소셜미디어 확인, 텍스트 분석 등 인공지능을 요구하는 애플리케이션을 구축할 수 있다.

(9) NVIDIA : 기계학습을 위한 컴퓨팅 인프라

그래픽 장비 전문 기업 NVIDIA는 딥러닝 열풍으로 큰 기회를 맞이한 H/W 제조사 중 하나이다. 딥러닝은 많은 계산량을 요구하기 때문에 GPU를 이용한 대규모 병렬 처리가 필수적이다. NVIDIA는 CUDA라는 툴킷을 이용해 자사의 GPU를 수치 계산에 사용하기 편리하도록 상품화 하였는데, 딥러닝은 CUDA의 성능을 활용하기에 매우 적합하다. 그로 인해 NVIDIA에서는 고성능 VGA의 판매를 크게 늘릴 수 있었다. 더 나아가 NVIDIA는 이러한 흐름에 적극적으로 대응하였다. CUDA 툴킷에 딥러닝 기술을 추가하여 cuDNN이라는 라이브러리를 보급하였는데, 딥러닝 연구자들로부터 좋은 반응을 얻었다.

또한 자사의 고성능 VGA를 탑재한 기계학습용 컴퓨터 DIGITS DevBox를 구성해 시판하였다⁽⁶⁰⁾. DIGITS DevBox에는 4대의 Titan X GPU와 i7-5930K CPU, 512G M.2 SSD 등 고성능 부품과 NVIDIA의 S/W, 그리고 유명 오픈소스 딥러닝 S/W들을 탑재하고 있다.

〈그림 18〉 NVIDIA DIGITS DevBox



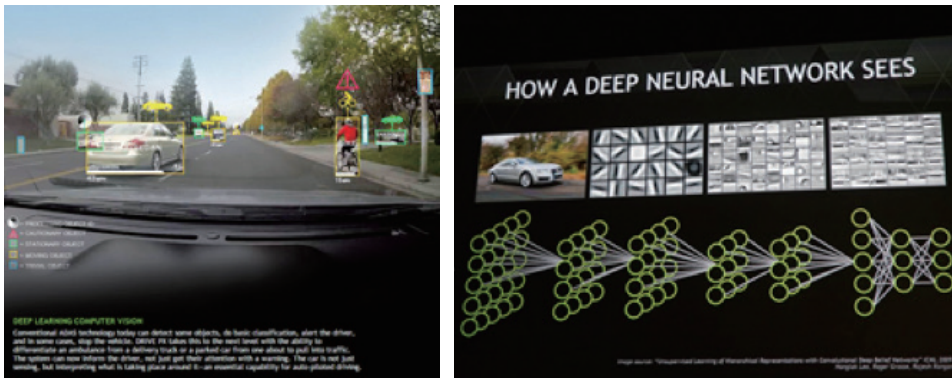
또한 NVIDIA는 스마트카에 기계학습이 중요하게 사용된다는 점을 빠르게 인지하고 이에 빠르게 대응하고 있다. NVIDIA는 아우디 등 자동차 업체들과 협력 하에 스마트카의 무인 주행을 위한 컴퓨터 Driver-PX를 개발하였다⁽⁶¹⁾. 동시에 12개의 카메라 영상을 인식해 주변 상황을 파악하고 주행할 수 있는데, 여기에 사용된 테그라 X1 칩은 자율주행에 필요한 딥러닝 알고리즘을 가동하는데 필요한 GPU 기반 컴퓨팅을 지원하기 때문이다.

(59) What is Amazon Machine Learning?, <http://docs.aws.amazon.com/machine-learning/latest/dg/what-is-amazon-machine-learning.html>

(60) NVIDIA DIGITS DevBox, <https://developer.nvidia.com/devbox>

(61) NVIDIA Driver-PX, <http://www.nvidia.com/object/drive-px.html>

〈그림 19〉 NVIDIA의 스마트카를 위한 딥러닝 GPU 플랫폼 Drive-PX



6. 기계학습 관련 산업의 활성화를 위한 제안

지금까지 해외에서 이루어지고 있는 기계학습 기술의 급속한 발전과 성공적인 실용화 사례들을 기술하였다. 기계학습 기술은 일반인들이 크게 인식하지 못하는 사이 이미 많은 변화를 일으키고 있다. 기계학습의 향후 발전 잠재력과 아직 미개척 상태인 수많은 응용 분야, 그리고 기계학습에 투자되고 있는 막대한 인력과 자원을 고려할 때 기계학습의 중요성은 당분간 크게 증가할 것으로 예상된다. 본 장에서는 이처럼 임팩트가 큰 기계학습 기술과 관련해서 어떻게 경쟁력을 확보할 것인가에 대해 기술한다.

먼저 해외에서 이루어진 기계학습 연구 및 산업화의 성공 요인을 서술함으로써 기계학습 연구 및 산업화를 위해서는 어떠한 환경이 필요한지 살펴본다. 그리고 현재 우리나라의 학계와 산업계에서 기계학습 기술을 습득/발전시키고 산업화 하는데 어떠한 장애물들이 있는지 정리한다. 마지막으로 이러한 장애물을 극복하고 기계학습 분야의 경쟁력을 확보하기 위해 필요한 정책들을 제안한다.

(1) 해외 기계학습 기술의 발전 및 산업화 성공 비결

기계학습의 발전을 견인하고 있는 딥러닝 신화의 뒤에는 몇 명의 매우 뛰어난 연구자들이 있었다. 토론토 대학의 제프리 힌튼(Geoffrey Hinton), 뉴욕 대학의 얀 러쿤(Yann LeCun), 몬트리올 대학의 조수아 벤지오(Joshua Bengio), 그리고 스탠포드 대학의 앤드류 응(Andrew Ng) 등이 그들이다. 이들은 RBM, DBN, CNN, Stacked Auto-encoder 등 딥러닝의 핵심 방법론들을 발표하며 기계학습 분야의 기술적 장애물을 돌파해 냈다.

딥러닝 연구가 활성화된 후에도 많은 연구 결과를 발표하며 딥러닝 연구의 리더로서의 역할을 수행하였다. 오랫동안 기계학습 연구를 직접 수행하면서 다양한 경험과 고찰을 통해 지니게 된 이들의 통찰력은 기계학습의 발전에 매우 중요한 가이드가 되고 있다. 특히 이들이 이끄는 그룹에서는 새롭고 효과적인 아이디어들이 많이 발표했을 뿐 아니라 다양한 벤치마크에서 탁월한 성능을 보임으로써 전 세계 연구자들에게 기술적인 성공 모델을 제시하였다.



딥러닝의 리더들은 기술적인 공헌 외에도 개방적인 연구 문화를 만드는데 큰 역할을 하였다. 자신들이 개발한 딥러닝 방법론들을 빠르게 공개하였고, 직접 구현한 딥러닝 엔진까지도 공개하면서 다른 사람들이 비교적 쉽게 진입할 수 있도록 도왔다. 또한 딥러닝 연구자들을 위해 홈페이지, 페이스북, Youtube 등을 통해 자신들의 연구 결과를 포함한 딥러닝 분야의 기술 발전 상황을 잘 정리해서 배포하였다.

해외 딥러닝 연구의 중요한 요소는 풍부한 공개 데이터이다. 학습 및 평가를 위한 데이터는 딥러닝 연구에 필수적이다. 해외에서는 빅데이터가 활성화되기 훨씬 이전부터 NIST(미국 국립표준기술연구소) 등의 정부기관이 연구를 위한 데이터를 구축해 보급하였다. 또한 스텐포드, 버클리 등 우수 대학에서는 자신들이 수집한 데이터를 연구자들에게 공개하였다. 특히 스텐포드, 프린스턴, A9, 구글이 후원하는 ImageNet 프로젝트는 대용량의 영상데이터를 제공함으로써 딥러닝 연구에 필요한 데이터를 풍부하게 제공하였다⁽⁶²⁾. 따라서 딥러닝 연구에 입문하는 사람들이라도 이러한 데이터를 활용해 자신들의 아이디어를 구현해 볼 수 있다.

여러 학술단체 및 커뮤니티에서는 기술 수요가 많은 문제들의 표준적인 데이터를 기준으로 성능 컨테스트를 개최하고 있다. 이러한 컨테스트는 많은 연구자들이 참가하여 기술의 경연장이 되면서 기술 교류를 활성화하고 있다. 이러한 성능 컨테스트로는 ILSVRC(ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge), ICDAR의 문서인식기술 contest 등이 대표적이다. 특히, 많은 컨테스트에서 상위권을 차지한 팀들은 자신들의 알고리즘이나 소스 코드를 공개하였는데, 그로 인해 새로운 기술들이 매우 빠르게 보급되었다. 또한 기술력이 뛰어난 기업들은 컨테스트에서 상위에 입상할 경우 단시간에 기술력을 인정받을 수 있기 때문에 지명도를 높일 수 있는 기회가 되기도 한다.



딥러닝 모델과 알고리즘은 수학적으로 복잡할 뿐 아니라, GPU 컴퓨팅이 필수적이기 때문에 일반적인 CPU 기반 컴퓨팅보다 구현하기 어렵다. 따라서 딥러닝에 입문하는 연구자들은 상당한 시간과 노력을 투자해야 하는 현실적 장벽에 부딪치게 된다. 그런데 선진 연구팀들이 딥러닝 엔진들을 오픈소스로 공개하면서 때문에 이러한 현실적 장벽을 크게 완화하였다. 이러한 오픈소스 엔진들은 뛰어난 전문가들에 의해 개발되었고, 많은 개발자들이 참여하면서 우수한 성능과 확장성을 가지고 있어서 딥러닝에 입문하는 연구자들에게 매우 큰 도움이 된다. 이러한 오픈소스로는 Caffe⁽⁶³⁾, Theano⁽⁶⁴⁾, Torch⁽⁶⁵⁾ 등이 있으며, 최근 구글이 공개한 텐서플로우(TensorFlow)⁽⁵²⁾도 많은 관심을 받고 있다.

새로운 딥러닝 기술이 빠르게 공유되는 데에는 전통적인 학술지보다 훨씬 빠른 고속 출판 미디어들이 중요한 역할을 하였다. 기존 학술지들이 투고에서 게재까지 수개월에서 수년이 소요되는데 반해 새로운 미디어들은 온라인으로 매우 짧은 시간 내에 게재가 가능하다. Simons재단의 후원을 받아 코넬 대학이 운영하는 e-Print 아카이브⁽⁶⁶⁾는 이러한 고속 미디어의 대표적인 예이다. 다수의 우수한 딥러닝 연구 결과가 이를 통해 처음 발표되었으며 나중에 정식 학술지에 게재되었다. 또한 CVPR(computer vision and pattern recognition conference)을 비롯한 학술대회에도 많은 우수 논문이 발표되었는데, 학술대회는 학술지에 비해 게재속도가 훨씬 빠르고 그 파급효과도 매우 크다. 특히, 해외에서는 유명 학술대회에 논문을 발표할 경우 SCI 학술지 이상으로 인정되기 때문에 많은 논문들이 학술대회를 통해 발표되고 있으며 수준도 매우 높다. 딥러닝 기술이 이처럼 빠르게 발전한 배경에는 이와 같이 연구 성과를 빠르게 공유할 수 있는 출판 시스템의 역할이 컸다.

(62) ImageNet homepage, <http://www.image-net.org>

(63) Caffe homepage, <http://caffe.berkeleyvision.org>

(64) Theano homepage, <http://deeplearning.net/software/theano>

(65) Torch homepage, <http://torch.ch>

(66) e-Print Archive, <http://arxiv.org>



딥러닝이 여러 분야에서 우수한 성능을 보이자, 구글, 아마존, 페이스북을 비롯한 다양한 기업들이 관심을 가지고 참여하게 되었다. 이들은 학계의 연구자들과 긴밀한 협력을 통해 우수한 연구 성과를 발표하기도 하고, 학회나 프로젝트를 후원하면서 딥러닝 연구의 동력을 제공하였다. 무엇보다도 선진 IT기업들은 딥러닝 기술을 실제 제품과 서비스에 응용하면서 상업적인 성공 사례들을 다량으로 만들었으며, 이는 전 세계 산업계에서 딥러닝을 주목하게 되는 계기가 되었다.

딥러닝 연구를 이끌어온 연구자들과 기업들은 상호 협력을 통해 새롭고 흥미로운 연구를 수행해 그 결과들을 공개하였다. 이런 결과들은 언론에 크게 보도되면서 많은 사람들에게 화제가 되었고, 딥러닝에 대한 대중들의 관심을 유발하는데 큰 역할을 하였다. 1,000대의 컴퓨터와 16,000개의 코어를 이용해 대용량 자율학습 알고리즘을 통해 고양이 얼굴을 학습해낸 성과는 산업계의 구글과 대학의 앤드류 응(Andrew Ng) 교수 연구팀이 협력해서 이루어낸 성과이다⁽⁴⁾. 또한 구글의 자율주행차가 네바다주 운전면허를 취득한 일이나 자율주행차의 사고원인이 대부분 상대방 차의 부주의였다는 분석 결과 등이 언론에 회자되면서 대중들의 관심을 끌 만한 이슈들을 많이 제공하였다. 더 나아가 인공지능에 대한 영화들이 만들어지고 몇 가지 철학적인 질문까지 유발하면서 인공지능과 딥러닝에 대한 관심은 더욱 높아졌다.

(2) 우리나라의 기계학습 발전의 장애물

해외에서 기술적, 상업적 성공 사례들이 많이 나타난 것과는 대조적으로 우리나라에서는 아직 딥러닝관련 연구와 산업화가 활성화되지 못하고 있다. 그 이유는 다음과 같이 정리할 수 있다.

가장 큰 원인은 딥러닝에 정통한 전문가의 부족이다. 2000년대까지 인공지능 기계학습 기술의 실용화 수준과 거리가 많았다. 그로 인해 기업, 정부, 대중의 관심을 별로 받지 못했으며 연구 지원도 적었다. 그러자 기계학습 분야의 많은 연구자들이 타 분야로 이동하였다. 2013년 이후 딥러닝의 출현에 의해 기계학습 분야가 부흥하면서 갑자기 기계학습 전문가들의 수요가 급증하였다.

그러나 그 동안 기계학습 분야에서 꾸준히 연구하던 전문가들은 매우 소수에 불과했기 때문에 현재는 산업적 수요에 비해 딥러닝 전문가의 수가 크게 부족한 상황이다. 또한 국내에는 딥러닝 연구를 위해 필요한 데이터셋이 부족하다. 해외에서는 다양한 데이터셋이 구축/공개되어 연구에 사용되고 있으나, 우리나라에 적용하기 위해 필요한 데이터와는 성질이 다른 경우가 많다. 예를 들어, 얼굴인식 및 문서인식 기술을 우리나라에서의 실용화하려면 한국인의 얼굴영상데이터, 필기한글데이터 등 우리나라에서 수집된 데이터가 필요한데, 이러한 데이터들이

제대로 준비되어있지 못하다. 예를 들어, 필기한글 영상데이터의 경우 90년대에 만들어진 PE92나 SERI95a 이후 다양성과 수량이 개선된 데이터가 구축되지 못했다. 그 결과, 실제 우리나라에서 사용될 만한 응용분야에 딥러닝을 적용하려는 연구자들은 학습데이터 확보의 어려움에 직면하고 있다.

해외의 연구자와 기업들이 실질적인 성능 개선을 목표로 연구하는데 비해 우리나라에서는 논문을 목표로 연구하는 분위기가 팽배해 있다. 이는 SCI 논문만이 우수한 연구 실적으로 인정받도록 제도화 되어 있고, 정작 연구 결과물의 성능은 제대로 인정받을 만한 제도나 사회적 분위기 형성되어있지 않기 때문이다. 몇몇 언론사에서 실시하는 대학 평가가 SCI 논문 중심으로 되어 있는 것은 이러한 문제를 더욱 심화시키고 있다. 이와 같이, 성능 보다 논문을 우선시하는 연구문화로 인해 논문 발표는 증가하였음에도 실질적인 성능의 개선이나 새로운 응용 분야의 발굴로 이어지지 못하고 있다.

또한 해외에서는 성능 컨테스트에서 상위권에 진입하거나 학술대회에서 우수한 결과를 발표할 경우 높게 평가 받을 수 있도록 제도적, 사회적 환경이 형성되어 있으나 우리나라는 그렇지 못하다. 그로 인해 SCI를 중심으로 연구 결과를 발표하게 되는데, 연구에서 게재까지 많은 시간이 소요되기 때문에 딥러닝의 빠른 발전 속도를 따라가기 어려움이 있다.

(3) 기계학습 연구 및 상용화 활성화를 위한 제안

기계학습은 복잡하고 생소하여 일반인들이 이해하기는 쉽지 않은 기술이다. 그러나 응용 범위가 광범위하고 사회적, 경제적으로 영향력이 크기 때문에 효과적으로 대응하지 못할 경우 산업 전반에 있어서 세계적 추세를 따라가지 못하고 경쟁력을 잃어버릴 가능성이 있다. 따라서 기계학습이 빠르게 발전하면서 응용 범위를 넓혀가고 있는 이 시점에 정책적으로 기술발전 및 산업화에 대한 큰 그림을 그리고 체계적으로 추진해야 한다.

예를 들어, 핀테크, 헬스케어와 같은 융합 분야에는 기계학습을 잘 적용할 경우 파괴적 혁신을 일으킬 수 있는 기회가 많다. 그러나 기계학습 전문가들과 협력할 수 있는 여건이 갖춰져 있지 않다. 예를 들어, 금융 및 의료 분야에는 SW를 잘 이해할 수 있는 융합 역량을 갖춘 전문가가 절대 부족하다. 또한 스마트카에 응용을 위해서는 기존의 자동차 업계 및 H/W 업계와의 긴밀한 협력이 필요하고, 관련 법규의 적절한 보완 등 제도적 지원이 필요하다. 이러한 장애물들을 극복하기 위해서는 해당 융합 분야에 대한 큰 그림과 일관성 있는 추진이 필요하다.

현재 기계학습의 연구와 산업화에 가장 큰 걸림돌은 기계학습 전문가의 부족이다. 이를 극복하기 위해서는 인내심을 가지고 체계적인 고급인재 양성 정책이 필요하다. 기계학습 기술은 수학적으로 복잡하여 고급 전문가 육성에 많은 시간이 소요된다. 따라서 국내의 여러 대학과 기업에서는 원천기술에 접근하기 보다는 오픈소스를 활용한 응용 연구 등 파생적인 연구에 그치고 있다.

오픈소스를 이용할 경우 짧은 시간 내에 응용 시스템을 구성할 수 있다는 장점이 있지만, 딥러닝 기술의 핵심에 접근하는 데에는 한계가 있다. 또한 해외 그룹이 개발한 오픈소스에 지나치게 의존할 경우, 자체경쟁력을 갖추기 회를 놓치게 될 위험이 크다. 따라서 정부에서는 딥러닝과 관련해서는 실용적 응용을 위한 오픈소스 기반 사업과 고급 핵심 인재양성을 위한 딥러닝 핵심 알고리즘 개발 사업으로 구분해 지원하는 것이 바람직하다. 특히 고급 인재양성을 위해서는 단기간 동안 대규모 연구단 단위로 거액의 연구비를 지급하는 것보다는 중소규모의 연구비를 다수의 소규모 그룹에 장기간 지원하는 것이 효과적이다. 또한 금융, 의료 등 BIT분야에 SW과정을 확대함으로써 추후 기계학습 및 SW전문가들과 협력하여 해당 분야에 혁신을 주도할 수 있는 융합인력을 육성하는 것도 필요하다.



논문보다 성능 중심의 경쟁을 유도하기 위해서는 해외 사례와 같이 성능 중심의 기술 컨테스트를 개최하는 것이 효과적이다. 우리나라에서의 산업 활용을 위한 실질적 문제들을 제시하고, 이에 대한 표준 데이터를 구축한 후 그 데이터에 대하여 컨테스트를 지속적으로 개최한다면 해외 사례와 같이 실질적인 연구를 장려하고 촉진하는 효과를 얻을 수 있을 것이다. 또한 연구 그룹들의 역량을 객관적으로 평가할 수 있기 때문에 학계 및 산업계의 투명성을 높이는 효과도 얻을 수 있다. 특히, 우수한 딥러닝 기술을 보유한 벤처기업에서는 자신의 기술력을 증명하여 M&A의 기회를 확대할 수 있게 될 것이며 이러한 성공사례가 발생할 경우 딥러닝 전문가들에게 보유기술의 산업화에 대한 동기를 부여할 것이다.

그런데 컨테스트의 문제는 가까운 장래에 실용화할 수 있는 현실적 문제와 원천기술의 발전을 유도할 수 있는 고난도 문제로 구분하는 것이 바람직하다. 전자의 경우, 오픈소스 등 가용 자원을 모두 활용하여 우수한 성능을 얻음으로써 가까운 장래에 산업화를 촉진할 수 있다. 후자의 경우, 기존 오픈소스의 피상적 응용만으로는 접근하기 어려운 수준의 문제를 제시함으로써 원천기술의 발전을 유도하며, 핵심 기술에 접근 가능한 깊이 있는 전문가의 육성을 촉진할 수 있다.

앞에서 기술한 바와 같이 기계학습 연구 및 실용화에는 데이터와 컴퓨팅 인프라가 필수적이다. 따라서 정부의 주도하에 데이터와 컴퓨팅 인프라가 구축, 지원된다면 기계학습 연구에 큰 힘이 될 것이다. 그런데 이 같은 지원이 기계학습의 연구와 산업 활성화에 기여하게 하기 위해서는 앞에서 언급한 기술 컨테스트와 연동하는 것이 바람직하다. 즉, 컨테스트를 통해 기술적, 산업적으로 중요한 문제를 제시하고 데이터를 수집하여 평가하며, 컨테스트 참가자를 대상으로 컴퓨팅 인프라를 지원한다면, 데이터 및 컴퓨팅 지원이 실질적인 핵심 기술의 성능 개선으로 이어지도록 유도하는데 도움이 될 것이다. ■



2016

05

MAY

유현곤 부장(NVIDIA) 초청 강연

일 시 2016. 03. 28(월) 09:30 ~ 12:30
장 소 소프트웨어정책연구소 회의실
주 제 GPU와 인공지능 성공사례
참석자 SPRi 연구진

- ▶ 유현곤 부장은 GPU가 주로 Autonomous Driving(AD), 계산 서버, 로봇제어 등에 활용되고 있는 추세이며, 현재 자동차에 이식되는 GPU는 운송 목적인 대형차량(버스, 트럭)에 우선 적용을 위한 연구가 진행 중이라고 밝힘
- ▶ 또한 CPU와 성능차이를 비교하던 과거와 달리, 현재는 비교할 필요가 없을 수준의 성능을 보이고 있으며, 최근 주요 SW기업의 오픈소스는 GPU를 이용한 트레이닝을 필수 권장하고 있는 상황이라 설명
- ▶ 최근 알파고와 마찬가지로 GPU를 활용하는 AI 이슈는 잘되는 분야가 정해져 있는데, 대표적인 것이 필체 인식과 같은 이미지 인식 분야이며 해당 분야는 DIGIT과 같은 모델링 지원 도구를 통해 쉬운 접근성을 가진다 설명함
- ▶ 앞서 언급한 AI분야마다의 성과 차이의 이유는 알고리즘이 실수와 같은 연속형 변수 분석에 다소 약한 모습을 보이기 때문이며, 대표적으로 주식데이터의 분석이 해당됨
- ▶ 한편 유현곤 부장은 외국의 인공지능 인프라와 유사한 규모의 환경을 구축한다 가정했을 때, 대부분의 계산을 클라우드 기반으로 할 수 있기 때문에 기술적인 문제는 없으나 저장소의 보안문제가 가장 큰 걸림돌일 수 있다 조언
- ▶ 연구 인프라 차원에서, 현재 국내 주요 SW기업의 경우 약 100장 수준의 GPU기반 환경을 보유하고 있으나 그 수가 미미한 반면, 일본 주요 30개 대기업은 AI LAB을 설립하는 등의 빠른 행보를 보이고 있음에 주목해야한다고 주장함

(좌)
유현곤 부장의 강의 모습

(우)
경청중인 SPRi 연구진



윤종수 변호사(CC글로벌 리드) 초청 강연

일 시 2016. 04. 04(월) 09:30 ~ 12:30
장 소 소프트웨어정책연구소 회의실
주 제 CC활동의 현황과 사회적 의의
참석자 SPRi 연구진

- ▶ 윤종수 변호사는 일반과 공유경제를 강조하며, 공급자와 수요자 간 플랫폼으로서 5가지의 요소(자원의 효율성, 소유가 아닌 접근, 협동적 디지털 기술, 모바일 환경과 실시간, 온라인 평판의 신뢰)가 중요하다 설명
- ▶ P2P 소셜 네트워크는 집단 지성을 통한 사회적 진화를 이끌어내기 위해 적합한 커뮤니티 환경이며, 공유와 개방을 통한 사람과 조직을 연결하는 소통의 창구가 될 수 있음을 강조
- ▶ CC코리아는 이와같은 사람, 조직, 활동의 연결고리로서의 역할과 정보 및 자원에 대한 접근 보장을 통한 개방의 철학, 그리고 집단지성과 협업을 지원하는 참여를 권장하기 위한 단체로서 의의가 있다 설명
- ▶ 그런 의미에서 커뮤니티(Community), 일반(Commons), 개방형 인터넷과 디지털(Open internet, Digital), 사회적 진화(Social Evolution)을 code란 약칭으로 포괄하여 사회의 기술적 체계와, 법적 규칙, 사회적 관례로서 작용되는 것이 code가 맞는 사람, 활동, 조직의 추구하는 바와 일맥상통하는 가치라 제언함



(좌)
윤종수 변호사의 강의 모습

(우)
경청중인 SPRi 연구진

이성환 교수(고려대학교) 초청 강연

일 시 2016. 04. 11(월) 09:30 ~ 12:30
장 소 소프트웨어정책연구소 회의실
주 제 지능정보기술 개발을 위한 뇌공학 기초연구 현황
참석자 SPRi 연구진

▶ 뇌공학 연구의 필요성

- 초고령화 시대에 따른 헬스케어 산업의 성장 / 웨어러블 컴퓨팅 시대의 도래 / 인공지능형 차세대 인터페이스 산업의 성장
- 뇌공학 : 뇌의 고수준 정보처리 구조와 원리를 이해하고 이를 실세계와 지능적으로 상호작용하는 인공 시스템에 구현하는 기술 연구

▶ 뇌공학 관련 최신 국외 프로젝트

- Brain Initiative : 미국 40개 연구기관 및 산업체가 참여하여 10년간 총 5조 3천억 원 투자를 통해 뇌신경 활동 모니터링 등을 연구
- Human Brain Project : 유럽 86개 연구기관이 참여하여 10년간 총 1조 5천억 원 투자를 통해 인간 뇌 구조 모델링 등을 연구
- Brain/Neuronal Computer Interaction Horizon 2020 : 미국, 유럽 중심으로 85개 연구 그룹이 참여 중이며 2020년까지 뇌공학 분야 로드맵 관련 연구

▶ 비침습적 뇌 신호 측정 장치 : MRI, fMRI, PET, CT, EEG 등 뇌를 수술하지 않고도 신호 측정

▶ 호문쿨러스 기반 대표적 뇌 신호 패러다임

- 동작상상(신체 움직임 또는 상상을 통해 발생하는 뇌 신호)
- 정상-상태 체성감각 유발 전위(특정 진동 자극에 대한 선택적 집중으로 인해 발현되는 뇌 신호)
- 정상-상태 시각 유발 전위(특정 시각 자극에 대한 지속적인 응시로 인해 발현되는 뇌 신호)
- 사건 관련 전위(특정 사건에 의해 일정 시간 뒤 발현되는 뇌 신호)
- 호문쿨러스 : 인간 뇌의 감각과 운동 피질에서 얼마나 많은 부분이 신체의 각 부분을 담당하는지에 따라 만들어진 왜곡된 형태의 모델

▶ BCI 용처 : 루게릭병 등 근육을 쓸 수 없는 환자의 의도를 표현하거나, 움직임을 도출하는 것(고려대 연구 사례 : 철자 입력 시스템(Neuro-Speller), 로봇 팔(Neuro-Arm), 로봇 다리(Neuro-Leg), 로봇 휠체어 제어 시스템(Neuro-Wheelchair), 딥러닝 기반 착용형 보행 로봇, 차량 제어 기술(Neuro-Driving) 등)

- BCI(Brain-Computer Interface : 뇌-컴퓨터 인터페이스) : 근육이나 일반적인 신경활동의 이용없이 인간의 의도를 기술적인 제어 신호로 변환하는 기술



(좌)
이성환 교수의 강의 모습

(우)
경청중인 SPRi 연구진

신현묵 이사(오픈데이터헬스케어그룹) 초청 강연

일 시 2016. 04. 18(월) 09:30 ~ 12:30
장 소 소프트웨어정책연구소 회의실
주 제 의료환경의 변화에 따른 헬스케어 IT의 현황과 변화
참석자 SPRi 연구진

- ▶ 헬스케어에서의 IoT는 Device + Information + Meaningful(Cloud/BigData) 융합으로, 단순한 수집과 계량이 아닌 소프트웨어적인 분석을 목적으로 하며 의미있는 정보 수집 및 알고리즘이 중요
- ▶ 헬스케어 정책은 의료의 질 향상을 목적에 두어야 하고, 이는 데이터에 기반한 근거주의 필요
 - 오바마케어는 환자의 질관리를 통해 나아지면 인센티브를 주었으며, 환자가 나빠지면, 인센티브를 회수했음
- ▶ 보험은 금융과 헬스케어를 합친 분야로서, 10년 이상의 데이터를 축적하여 증명된 사실을 기반으로 만드는 상품으로 데이터 수집과 분석이 가능해진 헬스케어에 관심이 높음
 - 알고리즘은 의료진에서 연구하고, 개발은 SW전문가들이 진행
 - NOOM은 군의 건강 지수를 트랙킹하여 보험회사에 전달
 - 올해부터 비대면 보험판매 가능해져 국내에서도 관심 높음
- ▶ 의료에서 소프트웨어 역할은 이미 매우 중요해졌고, 의사들은 데이터를 다루는데 익숙하며 미국의 경우 프로 그래밍이 거의 필수로 수많은 의료데이터 중 관심있는 데이터를 선별하여 보여주는 것이 중요해졌음
- ▶ 유전자 분석에서는 30분 이내에 데이터를 뽑아서 2페이지 정도의 리포트를 만드는 것이 현재 목표로 진료시간 내에 검사와 결과를 알 수 있게 하기 위함
- ▶ 또한 제약은 헬스케어 산업의 80% 차지하는 가장 큰 시장으로서, 해외의 경우약품 배송이 가능, 국내는 온라인 구매 불가
- ▶ 한국 의료IT의 문제
 - 병원별 파편화로 데이터를 외부로 보내는데 동인이 없고, 해외의 경우 병원끼리 데이터 교환시 비용을 지불하나 국내는 시장이 없음
 - 또한 정부주도의 지속적 투자가 되지 않고, 10년 전 응급실 통제시스템이 있었으나, 정부과제 종료 후 폐기, 존재했다면 메르스 사태 때 쓸 수 있었음
 - 해외 대비 낮은 의료비 적용으로 서비스를 위해 지출할 수 있는 비용의 운신폭이 적음(해외의 높은 의료비는 스타트업에게는 혁신의 기회, 미국은 해외 의료관광 서비스도 등장)
 - 경직된 제약시장은 병원과 제약회사의 리베이트 관계 및 병원과 약국 외의 별도 구매 불가능함
 - 의사 외의 어떤 의료행위도 불법으로 해외는 경미하고 패턴적인 의료행위는 경력직 간호사가 가능하나 국내는 왕진서비스도 불법에 해당될 수 있음
 - 마지막으로 의료정보의 보안 문제로 각 병원의 IT에 대한 투자는 미흡한 상황이고, 기준이 없어 보안이 부실함 (해외의 경우, 의료정보는 고용을 거부할 수 있는 수단이 될 수 있어 매우 수준 높은 개인정보로 취급됨)

▶ 헬스케어 산업의 방향

- 의료 정보의 개인의 영향이 강화, 데이터 개방
- 개인에 최적화된 의료 서비스로 정밀의료
- 빅데이터, 인공지능을 활용한 데이터 분석
- 비침습식
- 소프트웨어에 의한 단순 알고리즘 의사들의 일자리 상실
 - 단순한 패턴에 의한 진단 등은 인공지능 효율이 더 높음
 - 80%의 단순한 의사는 필요 없을 것이라는 예측 존재

▶ 한국 헬스케어 산업의 기회

- 90%의 인구가 대도시에서 살고 있어, 임상실험 등의 데이터 수집을 위한 매우 좋은 조건
- 비용대비 높은 의료서비스 수준 갖춤
- 아프리카 등의 이머징 마켓은 긴 시간 동안 훈련이 필요한 의료인력의 부족으로 인공지능 헬스케어 등의 디지털 의료에 대한 욕구가 높음

▶ 한국 헬스케어 산업의 제언

- 표준화된 심사청구SW 필요
 - 보건복지부 고시에 따라 심사청구SW를 수정하나, 전자적 고시가 아니어서 실시간 반영이 어렵고, 이를 반영하는 소프트웨어 품질들도 열악함
 - 중소 병원을 대상으로 하는 소프트웨어 시장은 마켓이 열악한 상황으로 시장 스스로 개발하려는 의지 빈약
 - 이로 인한 병원들과 환자들의 불편 지속적 초래
 - 지방제 시스템의 경우 유사한 소프트웨어 개발사례 존재

(좌)
신현묵 이사의 강의 모습

(우)
경청중인 SPRi 연구진



제22회 SPRI Forum

일 시	2016. 04. 26(화) 18:30 ~ 20:30
장 소	소프트웨어정책연구소 회의실
주 제	인공지능과 미래 헬스케어
발 표	김태호 선임연구원(SPRI), 신현목 이사(오픈헬스데이터그룹), 김정훈 교수(분당서울대병원), 신수용 교수(서울아산병원), 조미진 매니저(루닛), 최윤섭 소장(디지털헬스케어연구소)
참석자	관련 종사자 약 50명

발표 제목	발표자	시간
인공지능과 헬스케어 산업 혁신	김태호 선임연구원(SPRI)	20분
디지털헬스에서 인공지능의 의미	신현목 이사(오픈헬스데이터그룹)	20분
정밀의료와 인공지능	김정훈 교수(분당서울대병원)	20분
패널토론 : 신수용 교수(서울아산병원), 조미진 매니저(루닛), 최윤섭 소장(디지털헬스케어연구소) 및 상기 발표자(3명)		40분

※ 발표자료는 연구소 홈페이지(www.spri.kr)에서 다운받을 수 있습니다.

▶ 인공지능과 헬스케어 산업혁신

- 구글과 IBM 모두 인공지능 최우선 활용분야로 헬스케어 지목
- 인공지능 헬스케어 시장은 연평균 40% 이상 고성장 예상(Frost&Sullivan)
- 헬스케어 데이터 빅뱅, 이 중 80%는 비정형 데이터
- 인공지능 기술 발전은 방대한 데이터의 통합·분석을 통해 헬스케어 분야의 새로운 가치를 창출

▶ 헬스케어 4대 영역의 발전 방향

	1. 의사결정 지원	2. 프로세스 효율화	3. 새로운 제품·서비스
병원	· 의료 질을 최고 전문의 수준으로 상향 평준화 · 자동화된 학습·가설·검증을 통해 새로운 치료법 개발 촉진	· 예측 모델링을 통한 환자 대기 시간 감소 → 품질 및 순환률 제고 · 진료 과목별 분리된 지식이 공유되어 협진 활성화	· 데이터 기반 개인 맞춤 치료 (정밀 의료) · 수술 후 합병증 예측 및 환자 별 맞춤 관리
개인	· 생활 패턴을 분석한 개인별 건강관리 코치 · 개인의 상태를 분석하여 적합한 시점에 필요한 의료 서비스 추천	· 당뇨, 심장질환 등의 만성 질환자의 실시간 원격 모니터링 · 인프라 낙후 지역의 의료 지원	

보험	· 특정 위험 환자군 계층화로 선제적 고객관리 · 정확한 데이터 분석에 기반한 보험료 및 수가 기준 책정 지원	· 보험금 사용 패턴 분석을 통한 보험 사기, 보험금 누수 확인 · 패턴 인식 자연어 처리 기술을 활용한 단순 업무 자동화	· 웨어러블·IoT에서 얻은 데이터 기반의 보험 서비스 제공
의약품	· 예측모델 사용하여 성공 가능성 높은 신약 후보 물질 추천 · 성공 가능성, 비용 등에 대한 시뮬레이션을 통해 포토폴리오 관리	· 임상시험에 적합한 환자 자동 매칭 · SNS 분석으로 출시된 신약의 부작용 가능성 탐지	· 개인 유전체 분석을 통한 맞춤형 개발 · 기존 약품의 새로운 효능 재발견

▶ 인공지능 헬스케어 생태계 발전을 위한 제언

- 의료 데이터 환경 마련
 - 양질의 빅데이터 확보가 헬스케어 인공지능 성공의 선결 조건
 - 국내는 데이터를 기관별로 보유하여 통합·공동 활용 방안 마련 필요
 - 빅데이터 의료정보 취급 가이드 마련
- 인공지능 헬스케어 산업 생태계 활성화
 - 다양한 분야의 신규 및 기존 기업들의 인공지능 역량확보 필요
 - 데이터 확보와 임상시험 등이 용이한 병원 중심의 클러스터 구축
- 인공지능 헬스케어 혁신 동인 마련
 - 정부가 적극적으로 이해관계자들의 변화 유도 필요
 - 인공지능을 활용한 헬스케어 혁신을 촉진하기 위한 인센티브 제공
 - 신기술 발전에 발맞춘 가이드라인 제시 및 규제 합리화

▶ 디지털헬스에서 인공지능의 의미

- 데이터에 대한 근거만 있으면 개발은 큰 문제가 아님
 - How-Old.net(사람의 사진을 올리면 성별과 나이를 판독 하는 사이트) : 3명의 개발자가 1일만에 개발
- 중요한 것은 경험적 방법, 과학적 방법, 자연과학의 발전, 데이터과학의 발전
 - 그동안 데이터를 쓰지 못했던 것은 평상시의 데이터를 파악하지 못한 결과



- 의사들의 근거기반, 데이터 검증은 탁월함
- 근거 기반의 의료가 지속적으로 발전한 100년 후에는 지금의 의료수준이 비과학적으로 보일지도 모름
- 디지털 헬스케어의 의미
 - 의미있는 정보, 비용 효율
 - 국가별로 상황이 다르며, 한국의 특수성 존재
- 디지털 헬스케어의 미래
 - 인공지능의사의 출현도 언젠가는 도달할 것, 그 판단은 인간이 할 것
 - 병원은 19세기에 정부에 의한 대규모 자본 투입으로 발전
- 빅데이터 기반 의학
 - 임상자료 외에 평상시의 데이터와 사회거시적 요인, 유전자의 미시적 정보까지 한번에 렌더링 가능, 어떻게 의미있는 정보를 요약해줄지
 - 증상 기반 의학에서 근거 기반 의학으로 변화 중
- 인공지능의 의료효과
 - 의료의 오류는 감소하는 방향으로 변화
 - 80%의 알고리즘 의사는 감소, 그러나 더 일은 증가할 것, 더 복잡한 일은 증가
 - 의료기관과 환자는 연결될 것
 - 저비용 구조의 혁신적인 사업모델 등장
- 의료서비스의 변화
 - 보조인력관리, 의사결정에 주안점
 - 잘 교육된 보조 인력 서비스로 변경
 - 사회적 합의 필요
- AI의 방향
 - 정밀한 진단
 - 저 비용 구조의 혁신적 사업 모델
 - 정보기술은 단순화를 가능하게

▶ Precision Medicine & Artificial Intelligence

- 현재 정밀의료의 상황
 - 질병에 대한 예측은 아직 어려운 수준
 - 분자생물학, 행동 기반 이런 데이터를 그동안 쓸 수는 없었음
 - 유전자 학문 발달, 라이프 스타일 수집 가능해짐
 - 유전자, emr, 모바일, 소셜미디어, 웨어러블의 발달
- 현재는 데이터 수집 단계
 - 현재 인프라는 갖추어졌으나 아직 데이터의 정확성은 보장하지 못하고 있음
 - 투자가 필요한 단계
 - 국내 기술과 인프라는 부족
 - 데이터 과학이 중요하나, 데이터를 만들 수는 없음
 - 데이터를 만드는 원천 기술 확보 필요

- 미국의 사례
 - 95%는 교류가 가능한 수준
 - 미국은 2,500억 불 배정되어있음, 그 중 데이터를 쌓는데 150억 불 투자
 - 양질의 데이터는 아직 부족하여 코호트 구축 등 다양한 노력 진행 중
 - 지역별 코호트 통합
 - 훌륭한 인프라 스트럭처를 통해 자격을 갖춘 이들이 누구나 데이터를 사용 가능
 - 규제도 존재하며 정리 중
 - 하지만 아직도 FDA까지 통과한 사례는 많지 않음
- 한국의 사례
 - 한국은 병원 별로 데이터를 가지고 있음 심평원은 depth가 낮음
 - 복잡한 규제
- 인공지능은 데이터와 연결, 훈련이 더 중요
- 정밀의료를 위해 데이터를 만드는데 더 많은 투자가 필요하다
 - 증거는 제시하지만, 창조는 하지 않는다. 데이터를 만드는데 더 많은 투자가 필요

▶ 패널 토론

- 최윤섭 소장 : 최근 인공지능에 대해 너무 과대 평가되어있음
- 신수용 교수 : 한국은 EMR의 활용이 제대로 읽기 어려운 형태로 되어있음
- 조미진 매니저 : 육안으로 보는 것보다 인공지능이 보는 것이 더 좋을 수 있음. 영상외의 다른 자료로 오차를 보정 가능함, 한국은 데이터가 건강검진센터나 대형병원에 집중화되어 있어 수집이 용이함
- 정창우 상무 IBM : 데이터 큐레이션이 매우 중요, 전문가가 훈련을 해야 함, 전문가가 선별해야 함, 지도 학습은 매우 중요
- 신수용 교수 : 국내의 경우, 다양한 헬스케어 서비스가 불법으로 간주됨
- 신현목 이사 : 디지털 헬스케어는 단기적 결과가 나기 어려운 분야로 좀 더 장기적인 관점으로 접근해야 함

(좌) (중)
발제자 발표 모습

(우)
패널 토론



제23회 SPRI FORUM

교통서비스 분야에서의 혁신 동향

: 택시산업과 공유경제



일시

2016. 5. 24(화)
18:30 ~ 20:30

장소

소프트웨어정책연구소 회의실
(판교글로벌 R&D센터)

제목	발표자	시간
미국 우버(Uber)의 최근 동향	임정욱 (스타트업 얼라이언스 센터장)	25분
한국 택시산업의 현황과 개선 방향	이현승 (SPRI 선임연구원)	25분
공유경제시대의 교통체계 구상	장원재 (한국교통연구원)	25분
Q&A 및 패널토론(패널 : 발표자들 및 송제룡(경기개발연구원))		40분

※ 본 포럼 자료는 소프트웨어정책연구소 홈페이지(www.spri.kr)를 통해 보실 수 있습니다.

소프트웨어! 정당한 대가로 더 강하고 가치있게!

No Pay! No Value!



보다 나은 미래를 위해 올바른 소프트웨어 제값주기 문화를 열어주세요!



환경은 공정하게!

상용SW 유지요율 상향
SW 적정사업대가 산정
SW사업 최저입찰가격 기준 상향
분리발주 제도 시행
SW 영향평가제 실행
SW 모니터링단 운영



기준은 명확하게!

제안요청서 요구사항 상세화
적정기간 보장 제도화
상용SW 구매 촉진
원격지근무 활성화
품질인증 우수기업 기회 확대



처방은 정확하게!

품질성능평가시험 (BMT) 의무화
하도급구조개선
SW 제값주기 모범사업사례 발굴 및 시상
SW 발주기술지원센터 운영
분할발주시범사업 추진
SW 일일교사

