국가 소프트웨어 정책 Think Tank

월간 SW 중심사회

MONTHLY SOFTWARE ORIENTED SOCIETY

ISSN 2586-5021 | 통권 제48호

2018. 06

No.48 June, 2018

ISSUE

공인인증과 전자서명의 미래

The Future of the Accredited Certificate and Electronic Signature

COLUMN

블록체인 기술과 SW 생태계의 발전
Development of Blockchain Technology and Software Ecosystems

지난 20년, 국내 SW기업 생태계 변화와 미래 활로
Changes in the ecosystem of domestic software firms during the last twenty years and a future way

기계학습에 기반을 둔 국가 통계 생산의 필요성
Necessity of National Statistics Production Based on the Machine Learning

TREND

빅데이터 및 인공지능을 활용한 신약개발 동향
How Are Pharmaceutical Companies Using Artificial Intelligence and Big Data in Drug Discovery?

구글과 오라클 간의 자바 API 분쟁 역사 – (2)
The history of Oracle America, Inc. v. Google, Inc. (2)

임베디드SW의 발전 동향
Trends is the Embedded Software Debelopment

신경망 구조 탐색 연구 동향
Current Research Status of Neural Architecture Search

IT 중소·벤처기업 연구개발(R&D) 지원정책의 주요쟁점과 시사점
The Issue and Implication of Government R&D support for IT SMEs

세계의 공장에서 혁신의 성지로, 중국 심천
From Factories around the World to the Land of Innovation, Shenzhen in China

SPRi 소프트웨어정책연구소

월간 SW 중심사회
MONTHLY SOFTWARE ORIENTED SOCIETY

공인인증과 전자서명의 미래

The Future of the Accredited Certificate and Electronic Signature

CONTENTS

04 칼럼 | COLUMN

블록체인 기술과 SW 생태계의 발전
Development of Blockchain Technology and Software Ecosystems

지난 20년, 국내 SW기업 생태계 변화와 미래 활로
Changes in the ecosystem of domestic software firms during the last twenty years and a future way

기계학습에 기반을 둔 국가 통계 생산의 필요성
Necessity of National Statistics Production Based on the Machine Learning

16 소프트웨어 산업 및 융합 동향 | TREND

빅데이터 및 인공지능을 활용한 신약개발 동향
How Are Pharmaceutical Companies Using Artificial Intelligence and Big Data in Drug Discovery?

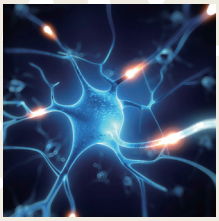
구글과 오라클 간의 자바 API 분쟁 역사 – (2)
The history of Oracle America, Inc. v. Google, Inc. (2)

임베디드SW의 발전 동향
Trends is the Embedded Software Debelopment

신경망 구조 탐색 연구 동향
Current Research Status of Neural Architecture Search

IT 중소·벤처기업 연구개발(R&D) 지원정책의 주요쟁점과 시사점
The Issue and Implication of Government R&D support for IT SMEs

세계의 공장에서 혁신의 성지로, 중국 심천
From Factories around the World to the Land of Innovation, Shenzhen in China



62 소프트웨어 산업 통계 | STATISTICS

국내 소프트웨어 생산 현황
Domestic Software Production

국내 소프트웨어 수출 현황
Domestic Software Export

66 이슈 | ISSUE

공인인증과 전자서명의 미래
The Future of the Accredited Certificate and Electronic Signature

82 세미나 | SEMINAR

軍과 OSS(Open Source Software)
Military and OSS(Open Source Software)

실내외 자율 군집 비행 및 오픈소스 기반의 비행 제어 시스템 생태계 소개
An Introduction to Autonomous Cluster Flights Indoors & Outdoors and Ecosystem of Flight Control Solution based on Open Source Software

기업의 체질을 바꾸는 SW, 디지털 전환이 핵심이다
A Software that changes the constitution of a company, Digital Transformation is very Meaningful

블록체인 기술과 SW 생태계의 발전

Development of Blockchain Technology and Software Ecosystems

박현제
서강대학교 교수
PARK, Hyun Je
Professor, Sogang Univ.

블록체인은 모든 구성원들이 네트워크를 통해 정보 및 가치를 독자적으로 저장하고 검증하는 분산형 시스템을 의미한다. 메인프레임 컴퓨터로부터 시작해서 클라우드로 이어가는 효율성을 극대화하는 중앙화의 흐름과는 달리, 자율적인 노드들의 연결과 공유를 가치로 여기는 인터넷과 웹의 줄기를 이어가는, 중앙화의 정반대 편에 있는 기술의 조류이다.

이러한 분산화의 블록체인 기술을 활용하여, 우리는 정보와 자산을 정보기기들의 도움을 받아 스스로 처리할 수 있는 방법을 확보하게 되었다. 더 이상 믿을 수 없고 때로는 탐욕스럽고 위험할 수도 있는 제3자나 기관 또는 기업의 시혜와 파워에 기대지 않아도 된다. 저렴해지고 강력해지는 프로세서들은 메인컴퓨터에서 PC로, 스마트폰으로 들어갔고 이제는 IoT 기술을 활용하여 주변의 모든 기기와 물품들에 들어가서 정보를 처리하고 저장할 수 있는 능력들을 갖추게 되었기 때문이다.

세계는 인터넷과 IT의 발전에 힘입어 급속하게 디지털 경제 시대로 진입을 하고 있다. 중국 신화통신에 따르면 2016년 세계 디지털 경제 규모가 GDP의 22%에 달했다고 한다. 또한 화웨이는 2025년 세계 디지털 경제를 23조달러로 예측하여, 디지털 경제가 세계 경제의 1/4을 초과할 것이라고 보고 있다. 블록체인은 이 디지털경제를 가속화시키는 역할을 하게 될 것이며, 이러한 추세를 반영하여 다보스 포럼은 2025년에 세계 GDP의 10%가 블록체인에 보관될 것이라고 예측하였다.

블록체인 기술은 다양한 SW기술이 결합된 메타 기술이다. 분산원장 기술과 정보보안 기술, 암호학 기술, 분산컴퓨팅 기술은 물론이고 소프트엔지니어링 기술 등이 들어가 있으며, 기술이 발전하고 산업에 융합하면서 다른 많은 기술들이 결합하고 있다. 특히 이미 상용서비스를 제공하는 기업들이 리버스 ICO를 진행하면서 블록체인 기술은 IoT, 클라우드, AI 등의 기술과 결합하면서 꾸준히 진화하고 있다. 이제는 블록을 사용하지 않는 블록체인 기술이나, 또는 체인이 다층적으로 존재하거나 심지어 체인이 없는 기술, 블록체인을 외부 세계와 연결하는 오라클 기술 등, 블록체인은 그 정의를 한정하기가 어려울 정도로 확장되어, 이제 SW의 대부분을 포함해도 될 정도로 강력한 구심력을 발휘하고 있다.

블록체인은 암호화폐에서 증명했듯 그 강력한 파괴력에도 불구하고, 기술과 비즈니스는 세계적으로 아직은 태동기라고 분석되고 있다. 따라서 이 기술과 비즈니스를 먼저 선점하기 위해 혁신적인 국가와 기업의 투자가 집중될 수밖에 없다.

블록체인의 경제적이고 기술적인 혁신을 받아들인 세계의 정상들은 블록체인의 기술과 경제의 중요성을 직접 강조하고 있으며, 각국 정부에서는 국가지도자의 전략을 반영하여 블록체인을 활성화하기 위한 정책과 제도를 정비하고, 서비스와 연구개발에 대한 정부 투자를 급격히 늘리고 있다.

중국의 시진핑 주석은 지난 5월 말 블록체인을 AI, IoT 등 기술과 함께 경제 돌파구를 위한 인프라 기술로 명시하였으며, 이런 의지에 힘입어 중국은 블록체인의 세계 최고 국가로 부상하고 있다. 러시아 의회는 올해 초, '암호화폐는 자산'이라는 푸틴 대통령의 의지를 담은 블록체인 법안을 통과시켰으며 모스크바는 도시 최대 규모의 전자투표 계획을 발표하였다. 또한 미국 트럼프 대통령은 작년 12월 블록체인 연구를 포함한 7천억 달러의 국방 예산에 사인하였다. 이와 같이 블록체인을 선두하는 나라들은 국가 지도자와 정부가 직접 블록체인 기술과 서비스의 검증 및 활성화에 나서고 있다.

이에 반해 우리나라는 아직 제도와 정책, 기술면에서는 역량이 미흡하다고 자평하고 있다. IITP가 2월에 발표한 ICT 기술수준보고서에서 우리나라는 미국, 유럽, 일본, 중국에 비해 뒤쳐져, 미국 100점 대비 상대 수준이 76.4점으로 평가받아, 다른 4차산업혁명의 주요 ICT 기술에 비해서도 상대 수준이 낮다고 평가가 되었다. 우리나라의 스타트업 중심으로 시작되고 있는 블록체인 기술의 진전이, 대학과 연구소, 중견기업의 전문가들에게 충분히 인지되지 않고 있기 때문이다. 또한 서비스를 중심으로 활발하게 투자하고 있는 스타트업의 발전에도 불구하고, 플랫폼 및 원천기술에 대한 연구는 크게 미진하다고 보고 있기 때문이다.

특허 출원을 미국과 중국이 독점하고 있는 가운데에 한국도 3위를 점유하는 기염을 토하고 있는 점은 높게 평가할 만하다. 그러나 질적인 면에서는 중국과 미국에 크게 뒤지고 있을 뿐만 아니라 그 내용에 있어서도 실망스럽다. 한국지식재산전략원이 인용한 2017년 세계 블록체인 기업 특허 순위를 보면, 세계 10위권에 중국과 미국이 대부분이며 특히 금융권 기업의 출원이 활발한 것은 주목할 만한 일이다. 블록체인이 가장 먼저 산업에 응용되기 시작한 것이 금융 분야이므로, 이 분야에서 출원이 활발한 것은 당연한 일이나, 한국은 금융권 특허가 전무하다고 보고되고 있다.

또한 국내 출원인 비율로 볼 때 소기업이 60.6%를 비롯하여 중소기업과 개인을 포함하면 모두 88%에 달하며, 그 외 대학과 국책연구소의 비율이 매우 저조하여, 블록체인 기술은, 대기업과 연구소가 신기술 개발의 정점을 이루는 일반적인 SW 기술과는 다른 양상으로 발전해오고 있음을 알 수 있다.

우리나라 블록체인은 3가지 점에서, 기존의 기술과는 다른 발전 형태를 보이고 있다. 첫째는 기존의 기술이 대학과 연구소, 정부의 선도적인 연구 지원에 의해 발전된 것과는 달리, 블록체인은 스타트업의 젊은 기업가 등 비제도권을 축으로 해서 자발적인 형태로 발전하기 시작했다는 점이다. 비트코인을 창시했지만 아직도 그 실체가 규명되지 않은 사토시와, 세계의 2세대 블록체인 시대를 연 이더리움을 개발한 20대의 부테린이 그랬듯이, 우리나라의 젊은 스타트업들도 아직 대학에 블록체인 강의조차도 없던 2015~2016년부터 체계적인 교육 없이 인터넷을 통해 블록체인 기술을 접하고 개발하기 시작하였다.

둘째는 블록체인은 오픈소스를 포함하여 개방하는 것이 기본인 점이다. 주요 블록체인 플랫폼 소스들이 모두 gitbub에 공개되어 있으며 새로 나오는 플랫폼과 서비스들이 거의 모두 공개되고 있다. 공개되지 않으면 신뢰받을 수 없다는 것이 블록체인의 가치 중의 하나이기 때문이다.

셋째는 블록체인은 Born to global과 활발한 교류활동이다. 국내 스타트업들도 자연스럽게 세계 유수의 개발진들과 기술과 정보를 교환하면서 개발진들간의 온-오프라인 교류가 매우 활발하다는 점은 놀라움을 불러일으킨다. 더불어 국내외 개발진 및 서비스 생태계와 커뮤니티의 활성화를 통해 이제 우리는 도처에서 열리는 밋업(Meet-up)행사를 목격하고 있다.

이런 현상들은 우리를 괴롭혔던 폐쇄적이고 수정적인 SW개발의 한계를 일거에 바꿀만한 기회를 제공하고 있는 듯하다. 이런 혁신적인 움직임에 정부의 정책이 뒤따라 준다면 우리도 이제 진정한 SW 강국이 될 수 있는 기회를 잡을 수 있을 것이다.

정부는 무엇보다도 지금까지와는 다른 양상으로 진행되는 블록체인 기술에 장애가 되는 법적 제도적인 문제를 해결하는 데 집중해야 한다. 우리나라는 긍정적이든 부정적이든 세계 블록체인의 주시를 받았으나, 불투명한 정책 기조로 이제는 서서히 무대에서 사라질 수 있다는 위기감이 느껴지고 있다. 또한 자생적으로 성장하고 있는 우수한 엔지니어들이 국내에 정착하지 못하고 해외로 빠져나가는 공동화 현상이 지속될까 걱정이다. 정부에서 허용하는

것만 할 수 있는 현 체제에서, 금지된 것 외에는 모두 다 허용되는 네가티브 제도로 바꾸는 단초를 블록체인에서 마련할 수 있으면 좋겠다.

블록체인 서비스를 확산하는 데 장애가 되는 제도 정비는 물론이고, R&D 제도도 현재의 블록체인 개발 생태계를 적극적으로 수용하고 발전시킬 수 있도록 정비해야 한다. 폐쇄적이고 융통성이 없는 관리 시스템과 공정성을 최우선으로 하는 기존의 국가 R&D 체제가, 블록체인을 통해 싹이 트고 있는 창의, 공유, 전문성, 성과 창출의 새로운 R&D 혁신 물결을 사장시킬까 걱정된다.

그리고 정부가 새로운 블록체인 기술 서비스를 검증하고 공공서비스를 효과적으로 사용하는 데에, 좀 더 많은 투자를 하여야 한다. 대부분의 기업들이 PoC(Proof of Concept) 정도만을 수행하고 있어 세계적으로 제대로 된 성공 사례를 찾아보기는 아직 어렵다. 정부가 작년부터 추진하고 있는 작은 공공서비스 시범사업을, 기업이 자사의 블록체인 기술과 비즈니스 모델을 검증하는 데 매우 유용하게 사용되고 있어서, 이를 적극적으로 확대할 필요가 있다.

또한 금융과 행정, 국방, 과기정통부 등 각 분야에서 개별적으로 시도하고 있는 시범사업과 기술개발을 잘 조정하여, 개발된 기술과 서비스가 사일로(Silos) 형태로 구축되어 서로 호환되지 않는 소규모 시스템으로 전락하지 않도록 공공사업의 가이드라인과 표준을 만드는 작업도 병행하여야 한다. 또다시 성과 없는 ICT R&D와 파편화된 시장으로 기업들이 경쟁력을 확보하지 못해서 결국에는 다양한 Use Case를 확보한 글로벌 기업들이 시장을 장악하는 일이 되풀이 되어서는 안 된다.

정부의 연구개발 사업은 인프라가 될 미래 기술과 대형 서비스 실증을 위한 장기 투자를 대폭 확대하여야 하며, 이를 위해 필요한 인력 양성에 투자해야 한다. 블록체인 스타트업들과 리버스 ICO를 추진하는 회사들은 전문인력 확보에 목말라하고 있다. 단기 서비스와 기술은 기업들이 스스로 추진할만한 역량과 자금을 확보하고 있으므로, 정부는 미래 서비스와 대형 시스템을 위한 투자에 매진하여야 한다.

클라우드 등 제4차 산업혁명의 주요 기술들은 이미 우리나라가 원천기술을 확보하여 국가 경쟁력을 활성화하기에는 시기를 많이 상실하였다고 생각한다. 하지만 블록체인은 기술의 태동기이며, 지금까지의 기술과는 다른 양상으로 발전을 하고 있다.

블록체인은 우리가 기존에 한계를 느껴왔던 SW에서의 고질적인 문제들을 해결하고 개방과 공유의 시대로 나아갈 수 있게 하는 지렛대이기도 하다. 블록체인은 분산형으로 디지털 경제를 개혁하는 도구일 뿐만 아니라 우리의 SW 생태계를 국제 수준으로 향상시킬 수 있는 도구이기도 하다. 블록체인 기술 활성화를 통해 우리나라 SW의 혁신을 유도할 수 있기를 기대한다.

※ 이 칼럼은 필자 개인의 의견임을 밝힙니다.

지난 20년, 국내 SW기업 생태계 변화와 미래 활로[1]

Changes in the ecosystem of domestic software firms during the last twenty years and a future way

박강민
연구원
PARK, Gang Min
Researcher, SPRi
gangmin.park@spri.kr

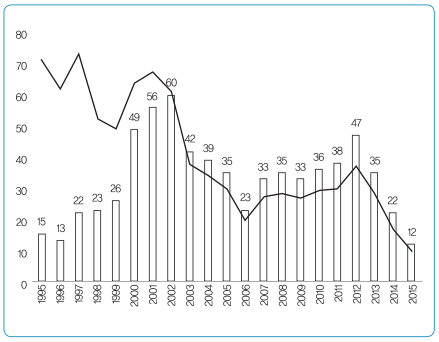
김준연
책임연구원
KIM, Jun Youn
Principal Researcher, SPRi

세계경제포럼에서는 우리의 제4차 산업혁명 대응을 저해하는 요소로 낮은 생태계의 역동성을 지적하고 있는데, 실제로 국내 SW기업(IT서비스, 패키지SW)의 매출액 기준으로 20위 안으로는 창업한지 10년 미만인 젊은 기업이 단 한 개도 존재하지 않는다는 사실이 우리 SW기업 생태계의 낮은 역동성을 간접적으로 보여주고 있다.

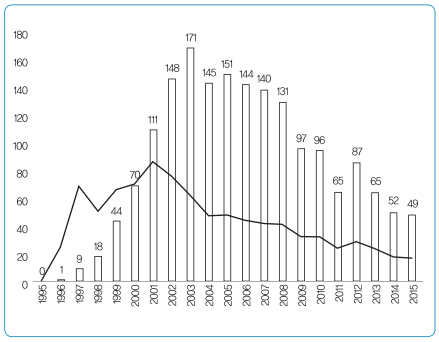
1 이 칼럼은 소프트웨어정책연구소의 2017년 연구 보고서인 지난 20년, 국내 SW기업의 생태계 변화 연구를 바탕으로 작성되었으며, 데이터의 출처와 분석 방법은 보고서에 자세히 기술되어 있음

먼저 기업의 진입과 퇴출, 중소기업에서 대기업으로 이행하는 이동성, 고성장 기업의 비중과 진입 퇴출은 기업 생태계의 역동성을 반증하는 대표적 지표이다. 이 지표 중 지난 20년간 고성장 기업의 변화 과정을 추적한 결과, IT서비스의 경우는 1995년 외부회계감사 대상 기업 중 약 71%의 기업이 고성장 기업이었으나, 그 비중이 지속적으로 하락하여 2015년에는 9.4%로 하락했으며, 패키지 SW는 33%대에서 16%로 하락했다. 특히 새롭게 고성장을 달성한 기업의 비중에서 패키지SW는 1995년 78%에서 2015년에 단 6%로 대폭 하락했다.[2]

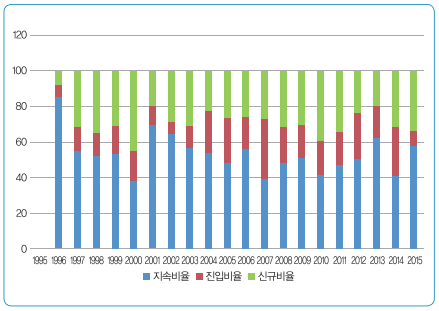
사실 1990년대부터 2000년대 초까지 우리 SW기업 생태계의 역동성은 상당히 높은 수준을 유지했었다. IT서비스의 경우는 80년대 말부터 진행되어 왔던 대기업의 전산화 프로젝트와 국가정보화의 본격적인 시행에 대응하면서 그 역동성이 유지됐고, 패키지SW는 1990년대 말 벤처붐 시기의 정책적 지원과 외산 SW의 국산화와 같은 기회를 맞아 높은 성장성과 수익성을 유지했었다. 그러나 지금은 시장과 기업 모두 그 역동성과 활력을 되찾아야 할 시점이다.



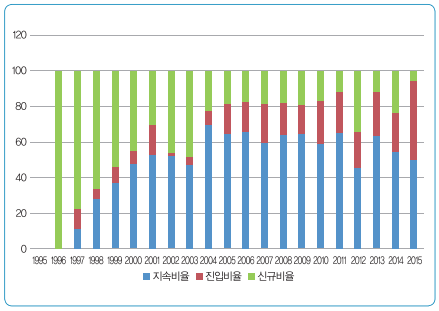
〈그림 1〉 IT서비스 분야 고성장 기업 개수 및 비중



〈그림 2〉 패키지SW 분야 고성장 기업 개수 및 비중



〈그림 3〉 IT서비스 분야 연도별 고성장 지속, 진입, 신규 비율

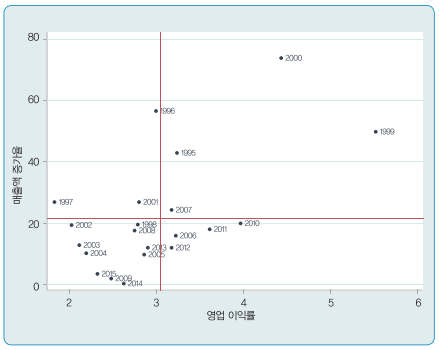


〈그림 4〉 패키지SW 분야 연도별 고성장 지속, 진입, 신규 비율

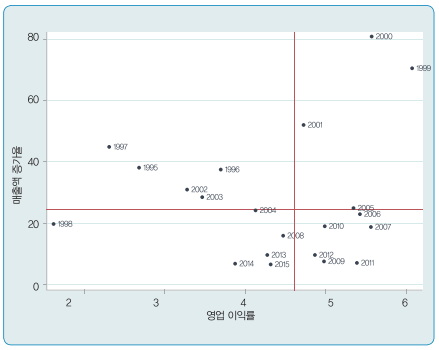
※ 출처 : 소프트웨어정책연구소(2017) 지난 20년, 국내 SW기업의 생태계 변화 연구

2 고성장 기업은 OECD 기업생멸통계에서 제시된 정의에 따라 10인 이상의 기업으로서 최근 3년 연평균 20% 이상의 고용 성장 또는 매출 성장이 이뤄진 기업으로 정의했으며, 분석 대상은 1995년부터 2015년까지 외부회계감사 대상 SW기업으로 IT서비스 197개, 패키지SW기업은 562개이며, 데이터 출처는 NICE평가정보에서 제공하는 KIS Value임

기업 생태계의 역동성 하락에 대한 대응은 새로운 기회요인의 탐색을 위한 과감한 투자를 진행하는 돌파 전략이거나 혹은 생존 차원에서 수익성 위주로 비즈니스 모델을 재편하는 긴축 전략이다. 국내 기업의 대응 양상은 아무래도 후자에 더 가까운 듯하다. 아래 매출과 수익성의 산포도를 살펴보면, IT서비스와 패키지SW 모두에서 1990년대와 2000년 초반의 고매출·고수익이 점차 시간이 지날수록 저매출·저수익(IT서비스) 혹은 저매출·고수익(패키지SW)으로 이동하고 있는 양상을 보여주고 있다. 이러한 수익성 중시의 추세는 자칫 우리 SW기업이 위험도가 높은 신기술 R&D나 신시장 진출을 위한 과감한 장기 투자를 중시하기보다 당장 눈앞에 보이는 수익만을 추구하고 있지는 않는가라는 우려로 연결된다.



〈그림 5〉 IT서비스 기업의 성장성과 수익성 산포도



〈그림 6〉 패키지SW 기업의 성장성과 수익성 산포도

※ 주1 : 산포도에서 가로와 세로선은 각 분야별 매출액 증가율과 영업 이익률의 산술평균을 나타냄

그럼 수익 추구형과 현상유지 전략에서 벗어나 새로운 기회를 포착하고 과감한 투자를 통해 일자리도 창출하는 선순환의 고리, 즉, 우리 SW기업 생태계의 미래 활로는 어디서 찾아야 하는가? 과거 SW기업 생태계의 역동성을 되찾기 위해 SW기업 내부에서 답을 찾으려 했다면, 이제는 전 산업에서 진행되는 디지털 전환(기술과 시장 수요 조건의 변화)을 고려해 크게 세 가지 측면에서 전략적 행동이 필요하다.

첫째, 국내 SW기업은 전통 산업의 디지털 공정혁신을 새로운 성장 기반으로 활용해야 한다. 과거 기업의 생산성 증대 방법이 비용 감소나 품질 개선을 위한 새로운 절차 도입이나 표준화 등이었다면, 이제는 이런 효과를 빅데이터, 인공지능과 같은 디지털 기술을 통해 달성하고 있다. 동대문 의류 스타트업인 '스타일난다'는 음성인식 기술을 도입해서 주문에 따른 정확한 출고 처리, 시스템 운영과 같은 복잡한 프로세스의 생산성을 30% 이상 높였으며, 오더 피킹(Order Picking)도 99.98%의 정확성을 달성해서 결국 '로레알'에게 4,000억 원의 가치를 인정받았다. 나사와 볼트 등 20만 개의 품목을 취급하는 '문고리닷컴'도 마찬가지로 인공지능 시스템으로 선별 오류를 80% 감소시켰고, 생산성은 40% 증가했다. 이 두 기업 모두 효율성이 증가하고 매출이 오르니 그에 따라 고용도 증가하고 기업의 가치도 상승한 성공 사례이다.

한편, 이들 전통 기업의 혁신을 가능하게 한 SW기술은 '아세테크'라는 우리 중소 SW업체가 제공하였다. 아세테크는 전통 기업의 디지털 혁신을 하나의 새로운 기회로 보고 2009년부터 본격적으로 뛰어들었다. 전통 영역에서 진행되는 디지털 전환이라는 기회를 새로운 성장의 기반으로 활용한 것이다.

둘째, 전통 산업의 디지털 디자인 혁신에 동참해야 한다. 미국 '로컬모터스'는 기업 외부의 다양한 사람들의 아이디어를 차용해서 컴퓨터로 디자인하고, 이 디자인을 3D 프린터가 찍어내는 형태로 개인화된 다품종 차량을 생산한다. 이 과정에서 소요되는 시간은 단 40시간이다. 과거 기업은 모든 일을 내부에서 해결하거나 클러스터를 강조하며 물리적인 수직·수평적 통합을 강조했지만, 지금은 긱 이코노미(Gig Economy) 형태로 디자인까지도 외부에서 조달(크라우드 소싱)하고, 3D프린팅으로 제조한다. 전통 기업의 디지털 디자인 도입 과정에 국내 SW기업이 적극적으로 참여해서 이들 기업에게 혁신적 아이디어를 제공해야 한다.

셋째, 생태계 차원의 상생 전략이 중요하다. 카카오택시 앱을 통해 택시 기사는 손쉽게 택시 이용자를 확보하고, 카카오 역시 택시 업계로부터 별도의 비용을 받지 않지만 광고수익을 창출하고 있는 사례는 카카오와 택시 업계가 상생해서 창출한 새로운 부가가치이며, 이용자인 시민도 새로운 부가가치를 누리게 되었다. 초연결망 사회인 인터넷 세상에서 C(콘텐츠), P(플랫폼), N(네트워크), D(단말)의 가치사슬 상의 어느 한 기업도 모든 혁신을 주도하기는 어렵지만, 인공지능 스피커의 경우, 통신망을 활용해서 콘텐츠를 연결시키고 이를 통해 다양한 서비스 거래를 일으키며 생태계 참여자 모두의 생산성과 상승효과 창출을 촉진한다. 이제 제4차 산업혁명 시대의 SW기업은 기업 차원의 부분 최적화보다는 생태계 차원의 상생 전략을 구사해야 한다.[3]

3 이 부분은 디지털타임즈(2018.05.02.) 기사의 일부 내용을 참조해서 작성하였음

기계학습에 기반을 둔 국가 통계 생산의 필요성

Necessity of National Statistics Production Based on the Machine Learning

김정민
연구원
KIM, Jung Min
Researcher, SPRi
jungmink26@spri.kr

우리는 현재까지 전통적인 통계학에 의하여 추론과 예측이라는 두 가지 목표를 달성하기 위해 노력해왔다. 시간이 흐름에 따라 사회 현상에 대한 데이터를 수집하고, 수집한 데이터의 특성에 대해 가설을 세워 확률 모델을 제안하였으며 이를 과학적으로 검증할 수 있는 다양한 방법론을 개발하고 준용하였다. 전통적 통계 분석은 여전히 강력한 설명력을 갖는다. 분석할 데이터의 크기가 비약적으로 증가하고 기계학습(Machine Learning)이란 신생 방법론이 등장하게 된 현재도 마찬가지다.

올해 4월 네이처(Nature)지에서는 생물학 연구에 통계적 기법과 기계학습을 적용하는 연구 방법의 유형을 정의하였다. 기계학습이 전통적인 통계 기법과 직접적으로 비교되어 우위를 논하는 시대에 접어들었다는 점은 괄목할 만한 부분이다. 또한 해당 문헌에서 각기 다른 방법론의 다각적인 효용성을 논하는 와중에, 분석 데이터의 양적인 증가를 반영하는 데 있어 고전 통계학이 기계학습에 비해 불리하게 작용한다는 점을 기술한 것은 주목할만하다.

세부적인 내용은 각설하고, 네이처는 전통적인 통계의 가치가 표본으로부터 모집단 추론을 이끌어내는 데 있으며 기계학습은 일반화가 가능한 예측 형태를 찾을 수 있다고 역할을 정리하였다. 이는 추론과 예측이라는 두 가지 통계의 쓰임새 중, 예측의 범주에서 기계학습의 손을 들어줬다 판단할 수 있다.

이러한 상황이 나타난 근본적인 원인은 데이터의 복잡성이 비약적으로 상승한 데에 기인한다. 통계 모델링은 수십 개의 입력 변수와 샘플 크기가 존재하는 데이터를 다루는 데 유용한 것으로 알려져 있다. 과거 이러한 방법론은 모집단을 샘플링하기 위해 고려해야 할 연관성이 50개 이하인 경우가 많아, 적합한 모델을 생성하고 다루는 데 복잡성이 크지 않았다. 그러나 소위 '빅데이터'로 불리는 거대한 데이터 꾸러미는 데이터 자체만 봐서는 가설을 세우기 쉽지 않은 식별이 어려운 블랙박스에 가깝다. 이를 모델링하기 위해서는 높아지는 복잡성과 통계적 추론의 불확실성 증가를 담보로 가져갈 수밖에 없다. 결과적으로 불친절한 데이터의 출현이 전통적인 통계의 강점을 흐리게 하였고, 이에 발맞추어 시행착오에 기반한 기계학습 방법론의 가치를 상승시켰다고 볼 수 있다.

그럼에도 불구하고 기계학습은 아직 국가 통계의 관점에서 주요하게 활용되는 도구가 아니다. 국내외를 살펴봐도 인구통계학적 조사 방법론에 기초한 데이터 및 설문조사에 의거한 전통적인 통계 모델링을 통한 분석 결과가 지배하고 있다. 익숙하지 않은 방법론에 대한 저항도 이에 한몫을 하겠으나, 국가 통계의 현재 모습을 보면 그 이유를 알 수 있다.

국가가 생산하는 통계는 지속적으로 변하는 수요에 맞추어 발전해 나가고 있다. 통계청의 경제 총 조사나 고용노동부의 사업체 노동력 조사 등이 그러한 대표적인 사례이다. 이러한 통계는 크게는 거시적인 환경을 조망함으로써 국가 정책의 방향을 진단하고, 구체적으로는 시행한 정책을 검증하는 데 있어 각 분류 기준별 효과성을 분석하는 데 활용된다. 보통의 경우, 설문조사 형태로 데이터가 수집되며, 분석할 데이터의 특성별 연관성이 대체로 간단하거나 독립성을 띤다. 이 말은 전통적인 통계 모델링을 통해 충분히 포용 가능한 범위라는 의미로 해석될 수 있다.

핵심은 우리가 국가 통계에서 제공하는 구체적인 속성보다 더 아래의 범주에 해당하는 정보를 갈망한다는 것이다. 공공분야의 정책 수립에 필요한 기반 자료를 작성함에도 실제 공표되는 정보보다 훨씬 더 세부적인 정보가 필요한 경우가 부지기수이며, 민간의 국가통계 활용률 저조는 하루 이틀 지적된 문제가 아니다.

연계되는 이슈로 설문조사의 복잡성 증가가 응답률을 낮추는 데 일조한다는 점은 경험으로부터 모두가 유추할 수 있다. 실제로 설문 설계를 하는 데 있어, 일정 수준 이상의 응답이 강요되었을 시 응답률이 낮아 표본의 수를 충족시키기 어렵고 표본 대체 방법론으로 해결하기 어려운 경우가 많다. 이는 범위가 큰 단위의 조사일수록 더욱 영향을 많이 받을 수 있다. 결과적으로 통계 결과의 구체성을 증가시키기 위하여 설문 설계의 복잡성을 높이는 것은 현실적으로 불가능하다는 문제에 직면한다. 이러한 현상은 설문 설계와 병행되어야 하는 통계 모델의 복잡도 증가와 일맥상통한다. 필자가 생각하는 現 국가 통계의 한계이다.

기계학습에 기반을 둔 국가 통계 조사로 이러한 난제를 해결할 수 있다. 목적에 맞는 설문을 설계하고, 이 설문을 수행할 이론적 샘플의 수를 충족시키고, 설문을 분석한 결과가 모집단에 적용되었을 시 일반화가 가능함을 검증하는 일련의 체계적 과정을 '회피'할 수 있기 때문이다.

또한, 기계학습은 데이터의 패턴을 분석하여 다양한 형태의 예측 분석이 가능하다. 기존 통계의 예측치가 선형(Linear) 및 차원(Dimension)에 집중되어 있는 데 반해, 기계학습은 수치뿐만 아니라 문서 및 이미지 등 모든 형태의 데이터에 관한 정량화된 지표 산출을 가능하게 한다.

그럼에도 불구하고 기계학습 기반 통계의 도입은 여전히 요원하다. 기존 통계 생산자에게 요구되는 인식의 전환도 힘들겠지만, 기계학습 기반 통계의 기반을 다지는 것이 크나큰 도전이 될 것이기 때문이다.

가령 기계학습은 학습을 위한 데이터 확보를 위한 추가적인 노력을 수반한다. 여기에서의 데이터는 잘 정의된(Well-defined) 설문조사 기반 데이터도 아니고, 공무 중 파생되는 공공데이터도 아니다. 잘 정의되어 있지는 않으나 이루고자 하는 목적과 궤를 같이 하는 데이터, 즉 민간을 중심으로 생산되는 빅데이터라는 점에서 확보 과정의 난항은 충분히 예상 가능하다.

게다가 기계학습은 설명력이 부족하다. 통계에 대한 정확도를 과거 데이터 간 교차 검증을 통해 해결한다. 기존 통계의 정합성 및 신뢰성을 검증하기 위해 통계가 도출되는 과정과 방법론의 타당성을 보았던 것에 비추어 볼 때, 입력 값과 출력 값만이 존재하는 기계학습의 신뢰성을 어떠한 방법으로 설명할 것인지도 해결해야 할 과제이다.

이처럼 말도 많고 탈도 많으나, 그럼에도 우리는 기계학습을 수용하는 자세가 필요하다. 기계학습은 인공지능(AI) 분야의 기반 기술로서 세계적으로 활용 사례가 급증하고 있고 기존 방법론과는 달리 설명력에 대한 논란은 있으나, 분석 결과의 정확도 측면에서 우위에 있음은 다양한 문헌을 통해 증명되고 있다. 이는 곧 기존 검증 방법의 틀에서 벗어나야 한다는 점을 역설하고 있다.

더불어 국가 통계를 기계학습 기반으로 세분화하여 생산하는 것은 곧 국가 통계의 활용도를 상승시킬 수 있는 열쇠가 될 수 있다. 국가 통계의 기본 원칙에는 공익적 가치를 가진 공공재라는 부분이 강조되어 있다. 공공의 이익은 사회 구성원 전체의 이익을 의미하는 것으로, 국가 단위의 거시적 정책 수립뿐만 아니라, 사회 구성원 개인에 직접적으로 이로움을 주는 통계가 되어야 한다. 이에 대해 기계학습이 해결책이 될 수 있다.

끝으로 공익을 추구하는 목표 달성에 유일한 방법이란 없다. 공익 달성과 효율성을 함께 추구하는 용기가 필요한 시점이다.

빅데이터 및 인공지능을 활용한 신약개발 동향

How are Pharmaceutical Companies Using Artificial Intelligence and Big Data in Drug Discovery?

- 제약업은 인구 고령화, 난치성 질환 증가 등으로 꾸준히 성장하여 2021년까지 약 1.5조 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 전망됨
- 하지만, 신약개발 비용이 증가하고 신약 승인은 점차 어려워짐에 따라 제약회사는 신약 개발 패러다임을 전환해야 하는 상황에 직면함
- 이에, 인공지능, 빅데이터 등 디지털 기술을 활용하여 새로운 질병 치료제를 개발하고, 신약 개발 프로세스를 자동화하는 다수의 기업이 출현하고 있음

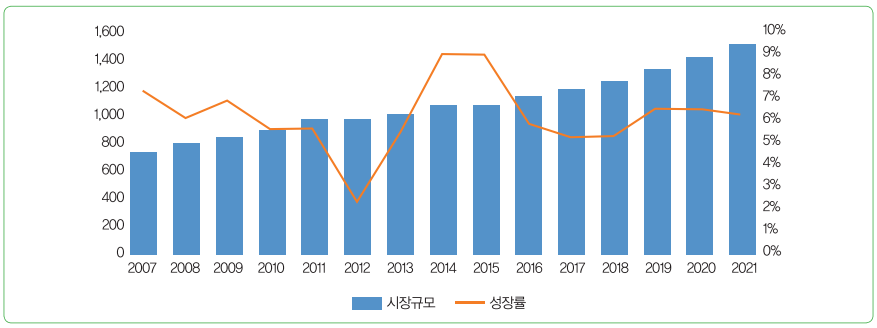
- Global medicine spending will reach nearly $1.5 trillion by 2021, owing to population aging, increase in incurable diseases, and so on.
- However, pharmaceutical companies need to change drug discovery paradigm to overcome the rising R&D expenditures and tightened new drug application.
- As a breakthrough, a lot of companies are using artificial intelligence and big data in drug discovery process.

조원영
선임연구원
CHO, Won Young
Senior Researcher, SPRi
wycho@spri.kr

200살에 가까운 젊은 산업, 제약업

- 19세기 초에 태동한 제약산업은 삶의 질을 획기적으로 개선하면서 20세기를 대표하는 산업으로 성장함
  - 제1차 산업혁명 시기부터 약을 대량으로 생산하는 기업이 등장하면서 근대적 형태의 제약업이 태동함
    - 주요 제약사 창업 연도 : 머크(Merck) 1827년, 화이자(Pfizer) 1849년, 노바티스(Norvatis) 1859년, 엘라이 릴리(Eli Lilly) 1876년, 로슈(Roche) 1896년
  - 미국과 유럽을 중심으로 도시화에 따른 전염병 확산 등 위생 문제가 대두됨에 따라 정부 주도의 질병에 관한 과학적 연구를 통해 제약업이 성장함[1]
    - 1880년부터 약 20년 간 이른바 파스퇴르 혁명을 통해 장티푸스, 결핵, 디프테리아 등의 병원체가 매년 한개 꼴로 발견되는 성과를 거둠
    - 미국 정부는 머크, 화이자 등의 제약사와 민관 협력 사업을 통해 세균성 질병 치료제인 페니실린의 대량생산 체계를 신속히 구축함
  - 미국은 1906년 식품 및 의약 위생법을 통과시키고 식품의약청(FDA)을 설립하여 위생적인 식품 유통과 안전하고 약효가 검증된 신약 개발을 유도함
    - 1940년부터 1960년까지 FDA가 승인한 신약의 수는 이후 2010년까지 승인한 약의 수보다 50% 더 많음

- 앞으로도 제약업은 고령화에 따른 보건의료 수요 증가, 신종 질병의 등장과 치료에서 예방·맞춤형 건강관리로 패러다임 전환 등에 의해 지속적으로 성장할 전망임
  - 2016년 1.1조 달러 규모였던 세계 의약품 시장은 연평균 6% 성장하여 2021년 1.5조 달러에 도달할 전망임
    - 2016년 기준 스마트폰 시장 규모(0.44조 달러)의 2.5배[2], 반도체 시장 규모(0.34조 달러)의 3.2배 수준임[3]



〈그림 1〉 세계 의약품 시장 규모 및 성장률 전망(2007년~2021년)

※ 출처 : QuintilesIMS Institute(2016)

1 로버트 J. 고든(2017), 「미국의 성장은 끝났는가」 제7장.
2 Statista(2018), 「Global Revenue from Smartphone Sales from 2013 to 2017」.
3 Statista(2018), 「Semiconductor Sales Revenue Worldwide from 1987 to 2018」.

- 시장의 구조를 살펴보면, 소수의 글로벌 상위 제약사가 신약개발을 주도하며 전체 시장을 과점하는 형태임
  - 2016년 글로벌 10대 제약사의 매출액 합계는 3,364억 달러로 전체 시장의 30%를 차지함
  - 이들 기업은 주로 미국, 일본, 독일, 스위스, 영국, 프랑스 등 탄탄한 기초과학을 축적한 국가에 속함
    - 글로벌 상위 50개 제약회사의 국가별 분포는 미국 16개, 일본 10개, 독일 4개, 스위스와 아일랜드 각 3개, 영국과 프랑스가 각 2개임
  - 신약 개발은 질병 원리를 분자 수준에서 이해하고 합성 화합물 및 항체 등을 개발할 수 있는 화학, 생물학 등의 기초과학 지식의 축적이 매우 중요함

〈표 1〉 상위 50대 제약사의 국가별 분포 현황

(단위 : 백만 달러)

국가	기업 수	매출액	R&D 지출	주요 기업(업계 순위)
미국	16	291,440	57,262	• Pfizer(1위), Merck(4위), J&J(6위)
일본	10	55,080	12,446	• Takeda(19위), Astellas Pharma(21위)
독일	4	40,558	8,856	• Bayer(16위), Boehringer Ingelheim(18위)
스위스	3	83,554	17,170	• Novartis(2위), Roche(3위)
아일랜드	3	17,814	1,723	• Shire(22위)
영국	2	48,742	10,327	• GlaxoSmithKline(8위), AstraZeneca(11위)
프랑스	2	38,341	6,726	• Sanofi(5위)

※ 출처 : 한국바이오제약협회(2017)

아직 갈 길이 먼 한국의 제약업

- 국내 의약품 시장은 세계에서 13번째 규모로 세계 시장의 1.2%를 차지하며, 수출보다 수입이 많은 무역수지 적자 산업임
  - 2006년 이후 연간 4.5% 성장하여 2016년 약 130억 달러의 시장을 형성함
  - 2016년 의약품 수출액은 3.6조 원, 수입액은 6.5조 원으로 3조에 가까운 무역수지 적자를 기록함

〈표 2〉 국가별 제약 시장 규모

(단위 : 십억 달러)

순위	국가	시장 규모	순위	국가	시장 규모
1	미국	461.7	7	영국	27.0
2	중국	116.7	8	브라질	26.9
3	일본	90.1	9	스페인	20.7
4	독일	43.1	10	캐나다	19.3
5	프랑스	32.1	11	인도	17.4
6	이탈리아	28.8	**13**	**한국**	**13.0**

※ 출처 : QuintilesIMS Institute(2016)

- 국내 제약회사는 글로벌 선도 기업에 비해 규모가 작고, 주로 특허가 만료된 의약품(Generic Drug)을 개발·제조하는 사업을 수행하고 있음
  - 국내 1위 제약사인 유한양행의 2016년 매출은 1.3조 원 수준으로 글로벌 50위인 페링파머(Ferring Pharma) 매출(약 2.3조 원)의 약 56%에 불과한 규모임
  - 또한 글로벌 제약사는 매출액의 20% 정도를 신약개발을 위한 연구에 투자하지만, 국내 제약사의 매출액 대비 연구개발 비중은 10% 내외 수준임
  - 국내 제약사는 제한된 신약 개발 자금으로 위험 부담이 없지만 경쟁이 치열하여 수익성도 낮은 특허 만료 의약품의 개발에 주력하고 있음

〈표 3〉 글로벌 선도 제약사와 국내 제약사의 매출 및 R&D 투자 비교

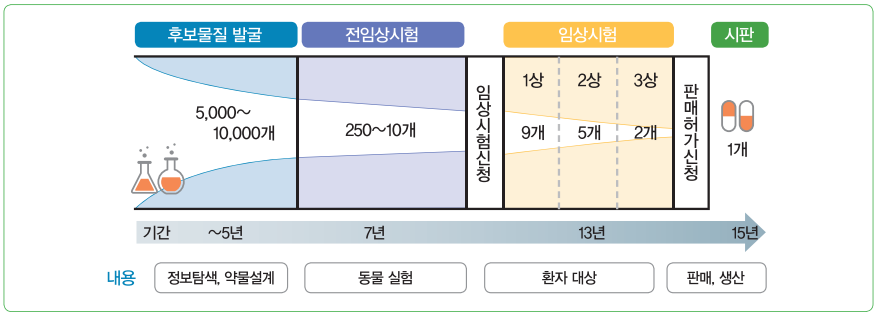
(단위 : 백만 달러)

글로벌 제약사				국내 제약사			
기업명	매출	R&D지출	R&D 집중도	기업명	매출	R&D 지출	R&D 집중도
Pfizer	45,906	7,841	17%	유한양행	1,096	72	7%
Novartis	41,554	7,916	19%	녹십자	857	97	11%
Roche	39,552	8,717	22%	대웅제약	734	97	13%
Merck	35,563	9,760	27%	한미약품	733	135	18%
Sanofi	34,174	5,722	17%	종근당	690	85	12%

※ 출처 : 각 기업의 연차보고서, Thomson Reuter DB 등

신약개발은 고위험-고수익 사업

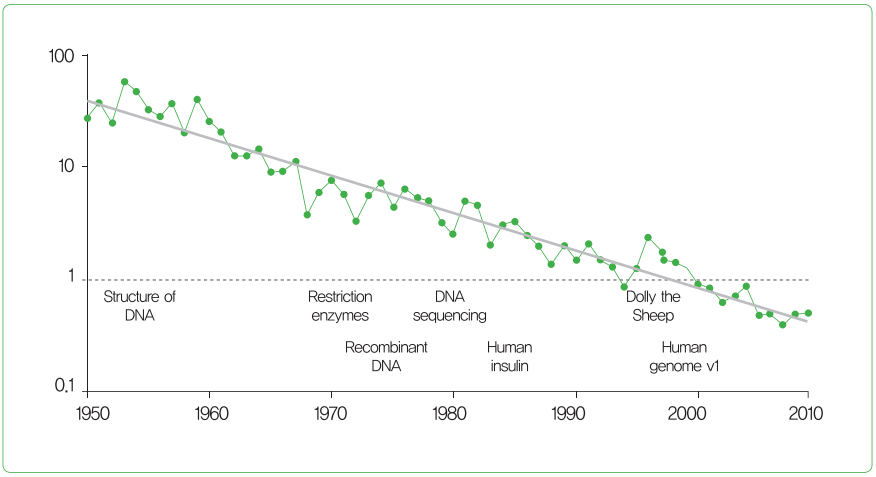
- 하나의 신약을 시판하기까지 10년 이상의 기간, 2조 원 이상의 개발 비용이 투입됨
  - **(후보물질 발굴)** 5천~1만 개의 후보물질을 탐색하여 대상 질환의 치료에 효과를 보일 수 있는 유효물질을 선별하는 단계로 약 5년 정도의 기간이 소요됨
  - **(전임상 시험)** 후보물질을 사람에게 투여하기 전에 동물을 대상으로 독성 및 약효 등을 시험하는 단계로 약 2년 정도의 기간이 소요됨
  - **(임상 시험)** 건강한 사람에게 투여하여 독성을 파악하는 1상, 소수의 환자를 대상으로 약효를 파악하는 2상, 2상의 결과를 대규모 환자를 대상으로 확인하는 3상으로 구성되며, 대략 7년 정도의 기간이 필요함



〈그림 2〉 신약 개발 과정

※ 출처 : 과학기술정보통신부 보도자료(2018.2.2.)

- 신약개발에 성공한 제약회사는 소수에 불과하며, 대부분의 신약 후보물질은 신약개발 과정에서 중도 탈락함
  - 1950년 이후 혁신 신약개발을 위하여 투자한 약 4,300여 개의 제약회사 중에서 약 6%에 해당하는 261개 기업만이 신약 개발에 성공함
  - 약 5천 여 개의 후보 물질 중에서 임상시험 단계에 진입하는 물질은 10개 이내이며 최종적으로 1개의 약품만이 신약으로 출시됨
  - 최근에는 신약개발 비용이 증가하는 반면, 시장에 출시되는 신약의 개수는 감소하면서 신약개발의 생산성이 지속적으로 하락하는 상황에 직면함



〈그림 3〉 신약 연구개발 비용(십억 달러) 당 신약 건수 추이

※ 출처 : Boston Consulting Group

- 따라서 자금력과 신약개발 경험이 풍부한 소수의 제약사가 신약개발을 주도하며 높은 수익을 향유하고 있음
  - 매출액에서 혁신 신약이 차지하는 비중이 높을수록 제약사의 수익성이 개선됨
    - 매출 30억 달러 이상인 제약사 중에서 신약 매출 비중이 35% 이상인 경우 영업이익률은 26%인 반면, 그 이하인 기업의 영업이익률은 10%에 불과함
  - 글로벌 제약회사는 독점적 신약을 세계시장에 공급하여 막대한 수익을 얻고 이를 다시 연구개발에 재투자하는 선순환 구조를 통해 성장함
  - 실제로 제약사의 매출이 커질수록 매출액에서 신약 판매가 차지하는 비중이 증가하는 추세를 보임
    - 30~100억 달러 미만 기업의 신약 매출 비중은 60% 수준인 반면, 300억 달러 이상 기업의 경우 85% 수준임

인공지능과 빅데이터는 혁신신약 개발의 촉매제

- 신약개발의 생산성이 하락하는 상황에서 인공지능, 빅데이터 등 디지털 기술을 활용하여 신약개발의 패러다임을 전환하려는 시도가 증가하고 있음
  - 빅데이터 및 인공지능을 활용한 신약개발에 전문화한 약 80여 개의 스타트업이 활동하고 있음[4]
  - 주요 제약회사는 인공지능 기술을 확보한 이들 스타트업과 적극적인 협력을 통해 신약개발의 돌파구를 마련하고 있음

〈표 4〉 빅데이터·인공지능 기반 신약개발 전문 스타트업

기업명	국가	창업년도	유치 자금	주요 투자자
Envisagenics	미국	2014	4.6백만 달러	• 美 국립보건원
Atomwise	미국	2012	51.3백만 달러	• Monsanto Growth Ventures
Numerate	미국	2007	17.4백만 달러	• Lilly Ventures
Standigm	한국	2015	3.7백만 달러	• Kakao Ventures
Deep Genomics	캐나다	2014	16.7백만 달러	• Khosla Ventures
BenevolentAI	영국	2013	202.0백만 달러	• Woodford Investment
Numedii	미국	2008	5.5백만 달러	• Claremont Creek Ventures
twoXAR	미국	2014	14.3백만 달러	• Andreessen Horowitz
Recursion Pharma	미국	2013	105.4백만 달러	• Square 1 Bank

※ 출처 : Crunchbase DB

- 인공지능 및 빅데이터 기술은 주로 신약개발 공정의 효율성을 개선하거나 제품혁신을 통해 기존에는 불가능했던 혁신 신약을 개발하는데 활용됨
  - **(공정혁신)** 디지털 기술을 활용한 신약개발 프로세스의 기간을 단축하고 비용을 절감함
  - **(제품혁신)** 기술적·경제적 제약에 의해 개발이 어려웠던 맞춤신약 및 난치성 질환 분야의 신약을 개발하여 정밀의료를 구현함

신약개발 공정혁신 사례

- **(후보물질 탐색)** 인공지능을 활용하여 기존의 화합물 정보를 수집·학습하고, 신약 표적에 맞는 최적의 화합물 조합을 예측함으로써, 후보물질 발굴 기간을 기존 5년에서 1년 내외로 단축할 수 있음

4 BenchScience(2018.5.28.), 「81 Startups Using Artificial Intelligence in Drug Discovery」

– (IBM) 10명의 연구자가 14개월간 15개의 말라리아 신약 후보물질을 발견한 데 반해 왓슨(Watson for Drug Discovery)은 한 달 만에 30개 이상을 발굴

• 연구자 한 명이 조사할 수 있는 자료가 200~300건인 반면, 인공지능은 100만 건 이상의 논문을 한 번에 탐색하는 것이 가능함

– (Standigm) 딥러닝 기술을 이용하여 기존 의약품의 새로운 용도를 발굴하는 '약물 재창출(drug repositioning)' 사업에 착수

– (Exscientia) GSK가 제시하는 10개의 표적에 맞는 신약후보물질을 개발하는 대가로 4,270만 달러 규모의 계약을 체결

– **(이화학연구소)** 이화학연구소, 교토大, 제약회사, 인공지능 전문업체 등 50여 개 조직이 공동으로 신약 후보물질을 제시하는 인공지능 플랫폼을 개발 중임

〈그림 4〉 IBM의 신약개발 인공지능(Watson for Drug Discovery)의 주요 기능

※ 출처 : IBM 홈페이지

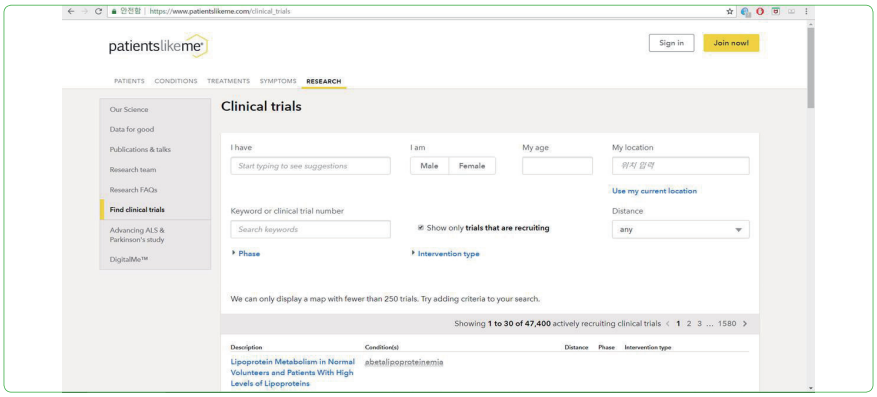
● **(임상대상 모집)** 빅데이터 분석을 통해 기존 치료법에 효과가 없는 환자들에게 가장 적합한 임상시험을 알선함

– 임상시험기관과 환자 간 정보 비대칭으로 대부분의 임상시험은 적합한 대상자를 찾지 못해 신약개발에 차질이 발생하는 상황임

– (Mayo Clinic) 디지털 플랫폼을 활용한 매칭을 통해 관련 질환자 중 임상시험 참여자 비중이 3%에서 10%로 증가하고 모집 기간의 80%를 단축할 것으로 기대됨

– (PatientsLikeMe) 환자가 자신의 질환, 거주지, 인적 정보 등을 입력하면 참여 가능한 최적의 임상시험 정보를 제공함

• PatientsLikeMe는 난치성 질환자 전문 SNS로써 현재 4만 7천 여 건 이상의 임상대상자를 모집 중인 신약개발 정보를 보유함



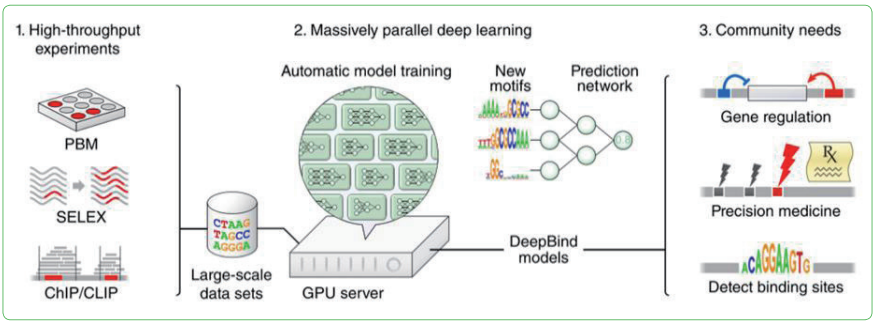
〈그림 5〉 PatientsLikeMe의 임상시험 정보제공 페이지

※ 출처 : PatientsLikeMe 홈페이지

- **(임상결과 추적)** 웨어러블, 스마트폰 등을 이용하여 객관적이고 정량적이며 높은 빈도로 환자를 관찰하고 용법·용량·부작용 등을 정확히 파악함
  - 기존의 임상결과 추적 방식은 임상 참여자의 응답에 의존하고 의사의 주관이 개입하며 데이터 측정 빈도가 떨어지기 때문에, 이를 바탕으로 신약의 유효성, 안전성, 용법 및 용량을 결정하는 데 어려움이 있었음
  - (biogen) 다발성 경화증 신약 임상 대상자의 증상을 관찰하는 데 활동량 측정 웨어러블, Fitbit을 활용함
  - (Roche) 파킨슨병 신약 임상시험에서 스마트폰 앱(pRED)을 통해 임상대상자의 운동장애 개선 효과를 측정하여 주관이 개입하고 측정 빈도가 낮았던 기존 방식인 파킨슨 척도 검사의 문제를 개선함
  - (Sanofi) 모바일 임상시험 플랫폼 eClinicalHealth를 구축하여 임상대상자의 모집 및 임상 데이터를 실시간으로 수집함

신약개발 제품혁신 사례

- **(맞춤 신약개발)** 유전체 분석을 통해 개인별 발병을 예측하고 유효 환자를 선별하여 처방·치료하는 정밀의료가 현실화 됨
  - 유전체 분석 비용은 2010년 10만 달러에서 2020년 약 100달러까지 하락할 것으로 전망됨
  - 발병·치료의 상호작용이 매우 복잡하여 의약품별 치료 효과는 사람마다 상이하기 때문에 유전체 분석을 통해 최적의 약품을 선별하는 것이 매우 중요함
    - 특히, 암과 같이 치료의 시기가 매우 중요한 질환의 경우 유전체 분석을 통해 한 번에 최적의 항암제를 선별함으로써 치료 가능성을 높일 수 있음
  - (DeepGenomics) 유전체 빅데이터와 딥러닝 기술을 활용하여 유전적 변이와 질병의 관계를 분석함



〈그림 6〉 DeepGenomics의 딥러닝 기반 유전적 질환 분석 과정

※ 출처 : DeepGenomics 홈페이지

- **(난치성 질환 정복)** 발병 및 치료의 원리에 대한 이해가 불충분하여 효과적인 치료제가 없던 미지의 영역에 디지털 기술을 활용하여 진출함
  - 데이터 취득과 분석 기술의 발전으로 발병 및 치료에 다양한 계층의 변수가 관여하는 복잡한 질병에 대한 치료제 개발이 가능해짐
  - **(BenevolentAI)** J&J의 계열사 Janssen과 난치성 질환 신약개발을 추진 중임
  - **(Atomwise)** Merck와 함께 에볼라 바이러스 예방에 효과가 있을 것으로 판단되는 신약 후보물질 2개를 연구 하루 만에 발견함

시사점

- 민·관·학 공동으로 인공지능 · 빅데이터 기반의 신약후보물질 개발 플랫폼을 구축할 필요가 있음
  - 후보물질 발굴은 신약개발의 첫 단계로써 반드시 확보해야 하는 역량이며, 상대적으로 영세한 국내 제약사의 규모를 고려했을 때, 단일 기업이 구축하기 어려운 분야임
  - 과기정통부는 2018년 2월 화학연구소를 중심으로 인공지능 전문업체, 신약개발 연구자가 참여하는 컨소시엄을 구성, 플랫폼 개발에 착수함

- 특정분야의 질환이나 기반 기술에 전문성을 갖춘 틈새 선도 기업을 육성해야 함
  - 거대 제약사가 선점한 영역 외의 맞춤형 신약 분야, 또는 난치성 질환 분야에서 특정 질환 장악형 신생기업을 지원
    - 실제로 바이오 제약회사인 Genetech은 단백질의약품, Regeneron은 항체, Gilead는 거대세포 및 바이러스 분야에 집중 투자하고 있음

- 기존 제약사는 디지털 기술을 활용하여 특허 만료 신약의 개발 비용을 줄이고 혁신 신약 대비 약효의 격차를 줄이는 노력이 필요함

구글과 오라클 간의 자바 API 분쟁 역사[1] – (2)

The history of Oracle America, Inc. v. Google, Inc. (2)

- 2012년 1심 재판에서 패소한 오라클은 항소하여 2014년 5월 자바 API(Application Programming Interface)도 저작권법의 보호대상이 되므로 구글의 복제행위가 저작권법의 '공정이용'에 해당되는지 여부를 1심에서 다시 심리해야 한다는 승소판결을 받았고 연방대법원이 구글의 상고를 기각하여 자바 API가 저작권법의 보호대상이라는 점이 확정되었음
- 2016년 5월 열린 재판에서 배심원들은 구글의 복제행위가 공정이용이라고 평결하였지만, 2018년 3월 연방순회항소법원은 구글의 복제행위가 상업적 목적이었고, 저작권자인 오라클의 손해가 있었다고 인정하면서 공정이용이 아니라고 판결하면서 다시금 손해배상액을 산정하도록 1심에 환송하였음
- 이번 사건은 API가 저작권의 보호대상인지 여부와 이에 대한 복제행위가 공정이용인지에 관한 판단기준을 정립하는 매우 중요한 사건으로 저작권자의 허락 없이 API를 재구현하는 업계의 관행에 큰 영향을 줄 것으로 판단됨

이현승
책임연구원
LEE, Hyun Seung
Principal Researcher, SPRi
hslee94@spri.kr

1 이번 동향은 전 호와 동일하게 영문 위키피디아 'Oracle America, Inc. v. Google, Inc.'의 내용을 기초로 하여 다수의 자료를 취합하여 정리한 것입니다. 본고는 오라클의 항소 제기부터 공정이용여부에 관해 2018년 3월 27일 내려진 연방순회항소법원의 오라클 승소까지를 다룹니다. https://en.wikipedia.org/wiki/Oracle_America,_Inc._v._Google,_Inc.

- Oracle lost in the first trial in 2012 appealed to the CAFC(Court of Appeals for the Federal Circuit) and in May 2014 won against Google with the ruling that Java API is be protected by copyright law and it is necessary to determine whether Google's copying is "fair use" or not. The Supreme Court ruled that the Java API was protected under copyright law by denying Google's petition for writ of certiorari.
- In the trial held in May 2016, the jury verdicted that Google's copying was fair use, but in March 2018 the CAFC reversed that ruling finding that Google's copying was for commercial purposes and Oracle got really damages and remanded this case to the district court again to assess the damages.
- This is a very important legal case that establishes the criteria for judging whether APIs are protected by copyright law and whether unlicensed copying of them is fair use, which will have a significant impact on the SW industry's practice of re-implementing the API with no legal license.

오라클의 항소심 승리와 연방대법원의 상고불허까지

- **(오라클의 소송전략)** 오라클은 항소하면서 37개 자바 API에 대한 저작권 침해에 관해 다투는 것으로 소송 전략을 수정하였고, '해리포터'를 표절한 가상의 소설 '앤 드로이드의 해리포터 5.0'을 예시로 든 항소심 준비서면을 제출함[2]
  - 앤 드로이드의 해리포터 5.0은 앤 드로이드라는 여자 소설가가 J.K 롤링의 해리포터 시리즈 중 다섯 번째 작품인 「해리포터와 불사조 기사단」의 제1장부터 제38장까지의 제목과 각 문단의 첫 문장을 그대로 베낀 후 나머지 문장을 고쳐서(paraphrased) 만든 것으로 설정
  - 오라클 측 변호사들은 만약 롤링 여사가 저작권 침해 소송을 제기했을 때 앤 드로이드가 공정이용이라고 항변한다면 법원에서 인정하지 않을 것이라며, 구글이 37개 API 패키지의 선언문들을 복제한 것도 이와 유사하므로 저작권 침해가 인정되어야 한다는 주장을 펼침

〈표 1〉 오라클의 항소심 승소까지의 주요 사건 일람표

시기	주요 내용
2012년 10월 03일	오라클, 1심 법원에 항소장 제출[3] – 1심 판결에서 저작권 침해가 기각된 37개 자바 API 패키지에 대해 항소
2012년 10월 04일	구글, 1심 법원에 항소장 제출 – 1심 판결에서 저작권 침해가 인정된 rangeCheck 함수와 8개의 파일들에 대해서 항소

2 http://www.zdnet.co.kr/news/news_view.asp?artice_id=20130214111104

3 소송 관련 서류의 제출시점은 아래 링크를 참고함
https://www.docketalarm.com/cases/US_Court_of_Appeals_Federal_Circuit/13-1021/Oracle_America_Inc._v._Google_Inc./
https://dockets.justia.com/docket/california/candce/3:2010cv03561/231846
http://www.scotusblog.com/case-files/cases/google-inc-v-oracle-america-inc/

시기	주요 내용
2012년 10월 19일	연방순회항소법원(CAFC)에 소송기록 접수 – 항소심 준비서면 제출기한은 2012년 12월 18일
2012년 11월 29일	오라클, 준비서면 제출기한 연장 신청
2012년 11월 30일	연방순회항소법원, 항소심 준비서면 제출기한 2013년 02월 11일로 연기 결정
2013년 02월 11일	오라클, 준비서면 제출 – 구글의 준비서면 제출기한은 2013년 03월 28일로 변경
2013년 02월 13일 ~ 02월 27일	오라클 측 참고인의견서(amicus curiae) 제출[4]
2013년 02월 21일	구글, 항소심 준비서면 제출기한 연장 신청
2013년 03월 01일	연방순회항소법원, 구글 측 준비서면 제출기한 2013년 05월 23일로 연기 결정
2013년 05월 23일	구글, 준비서면 제출
2013년 05월 30일 ~ 06월 18일	구글 측 참고인 의견서 제출[5]
2013년 07월 03일	오라클, 준비서면 제출
2013년 07월 22일	구글, 준비서면 제출
2013년 12월 04일	연방순회항소법원, 구술변론 개최 – 양측 주변론 20분씩, 반대변론 10분씩
2014년 05월 09일	연방순회항소법원, 1심 판결 중 API가 저작권법의 보호대상임을 부정하는 부분을 파기하고, 공정이용 여부를 심리하도록 1심으로 환송하기로 판결
2014년 07월 09일	구글, 연방대법원에 상고허가신청서[6] 제출기한의 연장을 신청함
2014년 07월 15일	연방대법원, 구글 상고허가신청서 제출기한 2014년 10월 06일까지로 연기 결정
2014년 10월 06일	구글, 연방대법원에 상고허가신청서 제출 – Supreme Court Case 14–410
2014년 10월 21일	피상고인 오라클 측의 답변서 제출기한 12월 08일까지로 연기
2014년 10월 22일	참고인 의견서 제출 허용

4 2심에서 오라클 측의 참고인 의견서를 제출한 개인, 기관 또는 단체는 다음과 같음

EUGENE H. SPAFFORD	ZHI DING	LEE A. HOLLAAR	BSA – THE SOFTWARE ALLIANCE
PICTURE ARCHIVE COUNCIL OF AMERICA, INC.	GRAPHIC ARTISTS GUILD,	MICROSOFT CORPORATION	RALPH OMAN
NETAPP INC.	EMC CORPORATION	SCOTT MCNEALY	BRIAN SUTPHIN

5 2심에서 구글 측의 참고인 의견서를 제출한 개인, 기관 또는 단체는 다음과 같음

Intellectual Property Law Professors	Computer Scientists	COMPUTER & COMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION	RACKSPACE US, INC.
APPLICATION DEVELOPERS ALLIANCE	TMSOFT, LLC	STACK EXCHANGE INC.	SOFTWARE INNOVATORS
START–UPS	INVESTORS		

6 연방대법원에 사건의 심리를 위해 사건기록이송영장(writ of certiorari)의 발부를 청원(petition)하기 때문에 국내에서는 상고허가신청서라고 번역됨

시기	주요 내용
2014년 11월 7일 ~ 12월 08일	참고인 의견서 제출 완료[7] 제출기한인 12월 8일에 오라클 답변서 제출
2014년 12월 23일	구글, 오라클 답변서에 대한 준비서면 제출
2015년 01월 12일	연방대법원, 미국 법무부 송무담당 차관의 의견 요청 – 질의의 요지는 '저작권의 보호를 받지 않는 대상들을 나열한 미국 저작권법 제102조(b)항[8]이 컴퓨터 응용프로그램을 작성하는 데 유용한 일련의 기능들을 정의하고 체계화하는 원저작물인 소프트웨어 소스코드에 대한 저작권 보호를 배제하는가?'
2015년 05월 26일	미국 법무부 송무담당 차관, 오라클 측을 지지하는 의견서 제출 – 컴퓨터 프로그램의 법률상 정의는 어떤 결과를 내기 위해서 컴퓨터에서 직접적으로나 간접적으로 사용되어지는 문장들 또는 명령들의 집합임 – 그런 의미에서 37개 자바 API 패키지의 선언문 코드는(상고인이 주장하는) 저작권법이 보호하는 다른 코드와 구별되지 않는 동동한 코드임 – 상고인이 제기하는 피상고인의 저작권이 인정될 경우의 SW개발에 미칠 효과에 대해서는 공정이용을 통해 해결될 수 있음
2015년 06월 09일	구글, 보충서면 제출
2015년 06월 29일	연방대법원, 구글의 상고허가신청 기각

- **(오라클의 주장 요약)** 1심 판결에는 다음 4가지의 잘못이 있다고 주장함
  1. 각 선언문 코드는 아이디어와 표현이 하나로 합쳐져 있어서 저작권법의 보호대상이 아님
  2. 선언문 코드는 짧은 문구이기 때문에 저작권으로 보호되지 않음
  3. 자바 API 패키지의 구조, 순서, 조직체계(Structure, Sequence, Organization 이하 'SSO'라고 함)의 모든 측면들을 저작권법의 보호대상이 아닌 운용방법(a method of operation)으로 판단함
  4. 저작권법의 보호여부를 판단함에 있어 구글의 '상호운용성' 주장을 고려함

- **(연방순회항소법원 판결의 요지)** 자바의 37개 API 패키지들의 선언문 코드, 구조, 순서, 조직체계는 저작권법의 보호대상이므로 이를 부정한 1심 판결을 부분적으로 파기하여 37개 자바 API 패키지의 선언문 코드에 대한 저작권 침해를 인정한 배심원 평결의 효력을 되살렸고, 공정이용 여부를 다시 심리하도록 환송함

7 상고허가신청의 심리와 관련하여 구글을 위해 의견서를 제출한 참고인은 다음과 같음.

HEWLETT–PACKARD COMPANY	RED HAT, INC.	YAHOO! INC.	COMPUTER & COMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION
Public Knowledge	COMPUTER SCIENTISTS	THE OPEN SOURCE INITIATIVE	MOZILLA CORP.
ENGINE	INTELLECTUAL PROPERTY PROFESSORS		

– 피상고인 오라클을 위해 의견서를 제출한 참고인은 SOFTWARE FREEDOM LAW CENTER, FREE SOFTWARE FOUNDATION 2명에 불과함

8 미국 저작권법 제102조 (b)항 : 원저작물에 대한 저작권 보호는 형태 여하를 불문하고 당해 저작물에 기술, 설명, 예시 또는 그것에 포함되는 관념, 절차, 공정, 체제, 조작 방법, 개념, 원칙 또는 발견에 대해서는 적용되지 않는다.

– 항소심은 1심 판결이 (1) API가 저작권법의 보호대상인지 여부에 관한 판단과 침해에 해당하는 행위의 범위를 혼동하였고, (2) API가 저작권법의 보호대상인지를 검토하면서 공정이용의 원리를 활용하는 잘못을 저질렀다고 지적하면서 다음 표에 기재된 바에 토대하여 자바 API가 저작권법의 보호대상임을 인정하였음[9]

〈표 2〉 항소심 판결 중 저작물성 판단의 근거

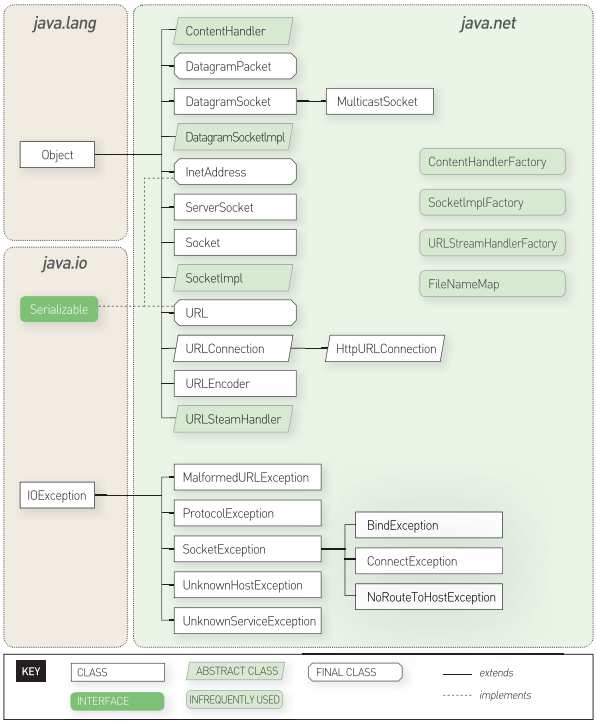
항목	주요 내용
선언문 코드 (a declaring code)	• 합체의 원칙 : 하나의 아이디어에 대해 하나의 표현밖에 존재할 수 없기 때문에 아이디어와 표현을 분리하여 표현만을 보호하는 저작권법의 원리에 대한 예외로 인정되어 저작권법의 보호대상에서 제외됨 – 선언문 코드는 여러 가지 형태로 작성될 수 있으므로 저작권법의 보호대상에서 제외되어서는 안됨 – 다만, java.lang, java.io, java.util 3개의 핵심 패키지는 합체의 원칙에 따라 저작권법 적용이 배제될 여지가 있음을 명시
	• 짧은 문구 : 이름, 제목, 표어같은 짧은 문구는 저작권의 보호대상이 아님 – 짧은 문구인지 여부를 검토하는 것보다 창조적인지를 검토하는 것이 더 중요함 – 짧은 선언문 코드에도 창조성과 예술성이 있고 선택과 배열 측면에서도 창조성이 인정됨
	• 필수장면의 원칙(scenes a faire doctrine) : 보편적인 설정이나 테마로부터 필수적으로 흘러나오는 표준 문구가 저작권법의 보호를 받지 못하게 하는 원칙 – 썬이 자바 API 선언문 코드를 작성할 당시에 외부적인 요인들에 비추어 보았을 때 자바 API를 보편적인 문구로 인정하기가 어려우므로 해당안됨
SSO[10]	• 1심에서는 Lotus 판결[11]을 따랐는데, 로터스사의 스프레드시트 메뉴와 단축키를 복제했을 뿐 코드는 복제하지 않았으므로 코드를 복제한 본 사건과 다르고, 메뉴 상의 copy, print 등의 커맨드는 창작적 요소가 없었으며, SSO를 복제하는 것이 필수적이지 않았다는 점에서 서로 다름

9 항소심 판결 원문을 토대로 다음의 연구논문을 일부 참조하여 서술함
출처 : 권사현 외 2인(2017), "API의 저작권 보호에 관한 고찰 – 자바 API의 저작물성을 중심으로", 지식재산연구 제12권 제3호(2017.9)

10 1심 법원은 자바 API의 SSO가 창작적인 원저작물의 요소가 있지만 시스템 또는 작동방법에 해당한다고 보아 저작권법의 보호대상임을 부정함

11 인기있는 스프레드시트 프로그램인 로터스(Lotus)사의 Lotus-1-2-3에 대해 후발업체인 볼랜드(Borland)사의 쿼트로프로(Quattro-Pro)가 로터스-1-2-3의 메뉴체계와 'KeyReader' 기능을 동일하게 제공하자 로터스 사가 볼랜드사 상대로 저작권 침해소송을 제기한 사건으로 1심에서는 로터스가 승소했으나, 2심에서는 볼랜드사가 승소하였고 연방대법원 상고심에서 평의 결과 4:4로 동수를 이뤄 결국 항소심의 판결이 인용되어 볼랜드사가 승리한 사건임. 당시 항소심 판결은 소프트웨어의 메뉴 구성은 VCR의 버튼배열과 유사한데 VCR의 버튼들이 저작권법의 보호대상이 아닌 것과 같은 이치로 로터스1-2-3의 메뉴구성도 저작권법의 보호대상이 아니라는 논리를 수용하여, 메뉴 구성이 저작권법의 보호대상이 되면, 모든 SW 사용자들은 각 프로그램들 마다 동일한 기능을 실행하기 위한 다른 방법들을 배워야 하는데, 이것이 매우 터무니없는 상황이라는 것이 고려되었음
출처 : 이현승(2014), "소프트웨어 개발자의 권리보호 및 관련 산업 진흥을 위한 법·제도 연구 – 저작권법 중심으로", 소프트웨어정책연구소, 89~90면 참조

항목	주요 내용
SSO	• SSO와 같은 컴퓨터 프로그램의 비문언적 요소가 저작권법에 따라 보호되는 표현인지 여부를 평가하기 위해 "추상화-여과-비교"테스트를 적용하기로 함[12]
	• 기능적 요소를 가진 원저작물도 저자가 다양한 방식으로 표현할 수 있었다면 저작권법의 보호를 받아야 함
	• SSO도 원저작물에 해당하고, 창조적이며, 동일한 기능이 다양한 방식으로 작성되고 조직화될 수 있었으므로 저작권법의 보호대상이 됨
구글의 상호운용성/ 산업표준 주장	• 구글은 자바 API의 일부를 복제한 것은 상호운용성을 확보하기 위한 유일하고 필수적인 방식이라고 주장하는데, 안드로이드가 37개 자바 API를 제외하면 자바 플랫폼 또는 자바가상기계와 호환되지 않게 설계된 점과는 일관되지 않음
	• 안드로이드 개발자를 빨리 확보하고자 하는 시장 내의 경쟁적 목표가 있었던 것으로 보이는데, 이는 공정이용 여부의 판단과 관련될 뿐 저작권법의 보호대상 여부를 판단하는 데에는 관련 없음
	• 자바 API가 사실상의 표준 또는 산업표준이라고 해도 원저작자의 저작권이 사라진다고 보기는 어려우며, 구글은 자신의 자바 API를 만들어서 프로그래머들이 이용하도록 할 수 있었음



〈그림 1〉 java.net 패키지의 클래스들의 구조와 체계

※ 출처 : http://bioinfo2.ugr.es/OReillyReferenceLibrary/java/fclass/ch15_js.htm

12 제2연방순회항소법원이 확립한 테스트방법으로, 첫 번째 단계인 추상화 단계에서는, 침해 혐의가 있는 프로그램을 구성하는 구조적 부분으로 먼저 분류하고, 두 번째 단계인 여과 단계에서는, 아이디어와 아이디어에 필수적으로 부수적인 표현을 포함하여 모든 비보호요소들을 제거하며, 마지막 단계에서는, 남아있는 창의적인 표현과 저작권을 침해하는 것으로 간주되는 프로그램을 비교하여 저작권침해 여부를 판단함.
출처 : 박형옥(2018), "[이슈] 컴퓨터프로그램 저작물의 저작물성과 공정이용 법리 판단 – 오라클과 구글의 자바 API 사건을 중심으로 –", 저작권동향 2018년 제4호

공정이용에 관한 구글의 1심 승소와 오라클의 항소심 승소까지

- **(공정이용을 인정한 1심 재판)** API의 저작물성을 부정했던 1심 앨섭 판사 주재 하에 구글의 자바 API 복제행위가 공정이용인지를 판단하기 위한 심리가 2016년 5월 9일 개시되었고, 5월 23일부터 3일간의 숙의를 거쳐 5월 26일 구글의 자바 API 복제행위가 '공정이용'이라는 배심원 평결이 내려졌음
  - 1심 앨섭 판사는 6월 8일 오라클의 평결불복법률심리 신청을 기각하면서 배심원의 평결 사유를 다음과 같이 설명하였음
  - 현재 타자기의 키보드 배열(QWERTY 키보드)은 어느 제조사나 쓸 수 있는데, 타자기 제조사마다 다른 키보드를 사용한다면 전 세계적으로 혼란과 손해를 끼칠 수 있듯이, 선언문 코드는 정확한 통로와 같기 때문에 같은 기능을 제공하는 선언문 코드를 다 다르게 사용하거나, 선언문 코드는 같이 쓰되 구조, 순서, 체계를 변경해야 한다는 오라클의 주장은 불합리하다고 지적함
  - 배심원들은 PC용 자바 SE의 클래스 라이브러리 중 37개 패키지의 선언문 코드만을 복제하여 별도로 구현하고 그 외의 패키지들을 직접 프로그래밍해서 완전한 스마트폰용 오픈소스 플랫폼을 만들었다는 점에서 변형적 이용으로 판단하였음

〈표 3〉 공정이용에 관한 구글의 승소까지의 주요 사건 일람표

시기	주요 내용
2015년 07월 06일	• 1심 담당인 앨섭 판사, 연방대법원의 상고불허결정 이후 구글와 오라클 양측에 7월 30일 법정 출석을 명령함[13] – 법정출석 7일 전까지 상황보고서 제출을 명령
2015년 07월 23일	• 구글, 오라클 공동으로 상황보고서 제출[14]
2015년 07월 31일	• 1심 담당인 앨섭 판사, 7월 30일 양 당사자 출석한 상태에서 논의된 사항을 토대로 향후 소송 계획을 결정함[15] – 8월 6일까지 오라클은 변론 보충서면을, 구글은 오라클이(저작권 침해의) 고의성(악의성)을 배심원들에게 주장하지 못하도록 해야 한다는 주장에 관한 서면과 Oracle v. SAP 사건의 판결례를 따라야 하는지에 관한 의견서를 제출할 것 – 변론기일은 2016년 3월 28일 또는 9월 12일이 유력하나 그 사이에도 열릴 수 있음
2016년 01월 14일	• 오라클, 법정에서 2008년 구글이 안드로이드를 출시한 이후 누적 매출액이 310억 달러, 이익은 220억 달러에 달한다고 주장함[16]

13 http://www.fosspatents.com/2015/07/oracle-v-google-copyright-case.html
14 http://www.fosspatents.com/2015/07/oracle-and-google-both-propose-android.html
15 http://www.fosspatents.com/2015/07/
16 http://money.cnn.com/2016/01/22/technology/google-oracle/?iid=EL

시기	주요 내용
2016년 04월 14일	• 오라클, 1심 앨섭 판사가 배심원에게 제공할 공정이용에 관한 설명서 초안에 대해 이의제기함 – 공정이용에 관한 앨섭 판사의 설명이 연방순회항소법원 및 연방대법원의 해석과 달라 구글에 편향적이라고 주장함[17]
2016년 05월 09일	• 1심 앨섭 판사 주재 하에 공정이용에 관한 심리 시작 • 미국 저작권법 제107조에 따라 저작권 침해가 인정되지 않는 공정이용의 요건은 다음과 같음 1. 사용이 상업적이었는지, 또는 비영리적 교육목적인지 등 사용의 목적과 성격 2. 보호되는 저작물의 성격 3. 사용된 부분이 보호되는 저작물 전체에서 차지하는 양과 상당성 4. 사용할 경우 저작물의 잠재적 시장이나 가치에 미치는 영향
2016년 05월 17일	• 오라클, 1심 법원에 공정이용은 법률적 판단의 문제이므로 배심원 평결 전의 평결불복법률심리(JMOL, 배심원 심리를 중지하고, 다시 판사의 판결을 구한다는 요청)를 함[18] – 합리적이고 이성적인 배심원단이라면 구글이 오라클과 경쟁하기 위해 오라클의 소스코드를 있는 그대로 상업적으로 복제한 것이 공정이용이라고 평결할 리가 없다고 주장함
2016년 05월 23일	• 구글과 오라클의 증인신문을 포함한 변론 종결[19] • 공정이용의 판단기준 중 사용의 목적과 성격[20]에 대한 오라클과 구글의 주장이 크게 대립됨 – 오라클은 구글이 '상업적 목적으로' '악의적으로(in bad faith)' 자바를 사용했으며, 새로운 것을 만들어내지 않고 단순히 복제한 것이어서 새로운 가치를 더하는 '변형적 이용'(transformative use)[21]에 해당하지 않는다고 주장함
2016년 05월 26일	• 배심원단, 구글이 37개의 자바 API 패키지의 선언문 코드, 구조, 순서, 체계를 그대로 이용한 것을 공정이용으로 평결하였고, 오라클은 즉시 항소할 방침을 밝힘
2016년 06월 08일	• 1심 앨섭 판사, 오라클의 (평결전) 평결불복법률심리 신청을 기각함 – 오라클이 자바API의 저작물성을 인정한 2심에서도 유사한 주장을 했으나 공정이용은 배심원의 판단에 맡겨야 한다는 취지로 파기환송된 점을 환기시키면서 오라클의 반복되는 주장을 기각함
2016년 07월 06일	• 오라클, (평결 후) 평결불복법률심리[22]와 새로운 재판을 신청[23] – (평결불복법률심리) 재판 절차상의 증거제출이 기각되는 등의 문제가 존재함 – (새로운 재판) 공정이용 재판 중이던 지난 5월 19일 공표된 'Google Play For Chrome'을 언급하며, 안드로이드가 PC시장에서 자바 SE의 경쟁자로 활용되었다는 사실이 배심원 평결 당시 고려사항에서 누락되었다고 주장함[24]

17 http://www.zdnet.co.kr/news/news_view.asp?artice_id=20160415163348&lo=zv41

18 http://www.zdnet.co.kr/news/news_view.asp?artice_id=20160523180559&from=Mobile

19 http://m.zdnet.co.kr/news_view.asp?article_id=20160523180559#imadnews

20 https://fairuse.stanford.edu/overview/fair-use/four-factors/

21 미국 연방대법원은 공정이용의 판단기준 중 '변형적 이용', 즉 이용의 목적과 성격을 가장 중요한 기준으로 삼고 있다. 원 저작물이 새로운 것을 만들어내는데 활용되었는지, 아니면 다른 저작물 속에 단순히 있는 그대로 복제되었는지가 쟁점이라고 보고 있으며, 저작물의 일부분을 사용할 때는 1. 원저작물에서 사용하고자 하는 부분이 새로운 표현이나 의미를 가지도록 변형되었는지, 2. 새로운 정보, 미적 가치, 통찰, 이해 또는 지식을 창조해 내어 원저작물에 새로운 가치를 더했는지를 점검해 보도록 하고 있음(박형옥(2018) 참조)

22 https://jolt.law.harvard.edu/digest/oracle-renews-motion-for-judgment-as-a-matter-of-law-against-google

23 https://www.techdirt.com/articles/20160714/12045234974/oracle-v-google-not-over-yet-oracle-seeks-another-new-trial-while-google-seeks-sanctions-oracles-lawyers.shtml

24 https://arstechnica.com/tech-policy/2016/08/at-hearing-oracle-complains-of-tainted-trial-against-google/

시기	주요 내용
2016년 08월 18일	• 새로운 재판을 요청하는 오라클의 주장에 대해 구글 측은 오라클이 증거개시 절차 중에 구글이 안드로이드용 앱을 랩탑에 이식하는 프로젝트(App Runtime For Chrome)를 진행 중임을 알고 있었으나 소송에서 활용하지 않았다고 주장함
2016년 09월 27일	• 1심 앨섭 판사는 오라클의 두 가지 요청을 모두 기각함 – 오라클의 새로운 재판 요청의 사유인 'Google Play For Chrome'는 본 소송의 범위인 태블릿과 스마트폰에 어떠한 영향도 끼치지 않음 – 배심원단의 평결과정에도 문제가 있다고 보기 어려움

● **(공정이용을 부정한 항소심 판결)** 1심에서 구글의 공정이용을 인정하는 판결이 내려지자, 오라클은 2016년 10월 경 다시금 연방순회항소법원에 항소를 제기하였고 2018년 3월 다시금 공정이용에 해당하지 않고 1심에서 다시 손해배상액을 산정해야 한다는 판결을 이끌어 냄

– 항소심은 이번 사건과 같이 법률과 사실 판단이 뒤섞여 있는 경우에는, 배심원단의 역할은 사실인정이며, 항소심은 배심원단의 결론이 합리적인지 여부와 판사의 판결이 법적으로 올바르고 합리적인지를 평가하는 것이라고 전제함

– 이후 항소심은 〈표 5〉와 같이 공정이용의 판단기준에 따라서 사실판단과 법리적 쟁점을 철저히 검토한 후 구글의 자바 API 복제행위가 공정이용이 아니라고 결론 내렸는데, 공정이용의 목적과 성격, 시장에서의 영향이 많은 비중을 차지하였음

– 결론적으로 공정이용을 인정한 1심 재판 결과가 파기되었고 다시금 1심에서 손해배상액을 산정하도록 환송함

〈표 4〉 공정이용에 관한 오라클의 항소심 승소까지의 일람표

시기	주요 내용
2016년 10월 26일[25]	• 오라클, 연방순회항소법원에 1심의 공정이용판결에 대해 항소함 – 구글 측의 준비서면 제출기한은 2017년 03월 22일
2017년 02월 10일	• 오라클, 구글의 공정이용에 대한 항소심 준비서면 제출 – 1심의 공정이용 판결에 대해 다음과 같은 이유로 판사에 의한 법률적 판단을 받아야 함 1. 구글의 이용목적은 상업적이었으며, 변형적 이용이 아님 2. 자바 API 패키지는(저작권법의 보호를 받는) 창작물임 3. 구글은(37개 API의 선언문 코드라는) 자바의 핵심부분을 복제하였음 4. 구글의 행위는 자바 플랫폼의 실제 시장 및 잠재 시장에 손해를 끼쳤음 – 법률적 판단을 받지 않을 경우라도 위의 1번과 4번에 대해 1심에서 충분한 증거를 제출하지 못했으므로 새로운 재판이 열려야 함
2017년 02월 17일	• 오라클에 우호적인 참고인 의견서들 제출

25 다음 URL을 참조함
https://www.courtlistener.com/docket/4494231/oracle-america-inc-v-google-inc/?page=2

시기	주요 내용
2017년 03월 08일	• 구글, 준비서면 제출기한 연장신청 – 60일 연장되어 2017년 05월 22일로 변경
2017년 05월 22일	• 구글, 준비서면 제출
2017년 05월 26일 ~ 05월 30일	• 구글에 우호적인 참고인 의견서들 제출
2017년 05월 31일	• 오라클, 답변서 제출기한 연장 신청 – 2017년 08월 02일로 연장
2017년 08월 02일 ~ 08월 25일	• 오라클, 답변서 제출 및 수정된 답변서 제출 – 2017년 08월 25일 1880페이지의 부록 제출
2017년 08월 30일	• 구글, 답변서 제출
2018년 03월 27일	• 연방순회항소법원, 1심의 공정이용을 인정하는 판결을 파기하고 손해배상액 산정을 위해 1심으로 환송함

〈표 5〉 공정이용을 부정한 항소심 판결의 근거

항목	주요 내용
공정이용의 목적과 성격	• 상업적 목적을 인정함 – (구글) 안드로이드를 무료로 제공하였고, 구글의 수익은 검색엔진의 광고이므로 별개라고 주장함 – (항소심) 안드로이드가 무료인 것과 구글의 복제행위가 상업적인 것과는 관련이 없고, 구글의 수익방법이 복제행위와 직접적 연관이 있을 것을 요구하지 않는다고 설명함
	• 변형적 이용에 해당하지 않는다고 판단함 – (구글) 데스크톱 및 서버가 아닌 스마트폰을 위한 새로운 플랫폼인 안드로이드를 위해 자바 API 패키지의 적은 부분만을 복제함 – (항소심) ① 저작권법 제107조 본문의 용도와 맞지 않고, ② 구글이 복제한 API 패키지의 용도는 원래의 용도와 동일하며, ③ 표현과 내용이나 메시지를 변경하지 않았으며, ④ 스마트폰은 새로운 환경이 아니라고 판단함
	• 구글이 선의라고 가정하더라도 침해를 인정할 수 있다고 판단 – (구글) 자바 언어의 대중성을 향상시키는 것이므로, 자바 API는 자유롭게 사용하고 재구현할 수 있었다고 주장함 – (항소심) 오라클은 구글이 자바 이용 시 라이선스가 필요한 것을 알았다는 증거를 제시했고, 구글이 선의였다고 하더라도 구글의 '선의'가 곧 공정이용을 성립시키지는 않는다고 판단함
보호저작물의 성격	• 소프트웨어는 창작적 요소와 기능적 요소가 혼합된 저작물인데, 2014년에 37개 자바 API 패키지의 선언문 코드와 SSO가 충분히 창작적이라고 판결한바 있고, 1심의 배심원들이 기능적 측면에 주목해 공정이용에 호의적이었다는 것을 수용하더라도, 공정이용의 판단기준 중 이 요소의 중요성은 크지 않다고 설명함
복제된 부분의 양과 상당성	• (사실인정 측면) 공정이용에 관한 1심 재판에서 구글과 오라클은 자바 언어와 호환되게 하는데 단지 170개 라인이 필수적이라는 것을 인정했기 때문에, 구글은 필요한 라인보다 11,330개 라인을 더 복제했고 SSO 관점에서는 37개 자바 API 패키지 전체를 복제한 것임

항목	주요 내용
복제된 부분의 양과 상당성	• 복제된 코드의 양이 적다는 구글의 주장은 공정이용 여부를 판단함에 있어 별 영향이 없거나(중립적이거나), 오히려 불리하게 작용함[26] – (구글) 기존의 SW개발자 공동체를 활용하고 기존의 지식을 최대한 이용하는 것은 건전한 사업관행이었다고 주장함 – (항소심) SW개발자에게 익숙한 저작권법의 보호를 받는 저작물을 (허락 없이) 가져다가 해당 SW개발자들에게 인기있도록 설계된 유사 저작물을 만드는 것은 공정이용이 아니라고 판단
원저작물의 잠재시장에의 영향	• (사실인정 측면) 안드로이드 출시 전에 오라클의 자바SE가 이미 블랙베리, 아마존 킨들과 같은 스마트폰 및 태블릿을 포함하는 모바일 기기에 사용되어 왔기 때문에 안드로이드가 자바 SE의 대체품으로 사용되어 직접적으로 자바SE의 라이선스 매출에 영향을 미쳤다는 증거가 있음
	• 구글의 안드로이드가 오라클의 자바SE의 경쟁제품이며 안드로이드 출시 당시의 (데스크탑과 랩탑) 시장과 스마트폰과 같은 잠재시장에서 구글이 오라클에 손해를 끼쳤으므로, 공정이용을 인정한 1심의 배심원들의 결론은 비합리적임

※ 출처 : 박형옥(2018)[27]

- 2018년 5월 29일 구글은 이번 항소심 판결에 대해 연방순회항소법원의 전원합의체 심리(En Banc)를 신청하여[28], 손해배상액산정을 위한 1심 재판이 열리려면 좀 더 시간이 필요함

검토 및 전망

- 이번 사건은 소프트웨어 중 저작권으로 보호하는 대상에 관련하여 API의 선언문 코드와 SSO가 저작물로 보호되는지 여부와 API의 선언문 코드와 SSO를 복제한 경우 공정이용의 판단기준에 관한 판례가 수립될 것이므로 미국뿐만 아니라 전 세계 소프트웨어 업계에 큰 영향을 줄 수 있어 기나긴 소송기간에도 불구하고 지속적인 관심의 대상이 되고 있음
  – 소프트웨어 업계의 혁신을 촉진하기 위해서는 소프트웨어 플랫폼 간의 호환성 확보와 구현방식의 다양성이 필요하다는 측에서는 이번 사건의 항소심 판결들에 비판의 목소리를 높이고 있으며, API의 선언문 코드와 SSO를 설계하는 것도 고도의 창작적 과정이므로 저작권법의 보호대상으로 보아야 한다는 입장에서는 오라클의 편을 들어준 두 차례의 항소심판결(법무부의 의견 및 대법원의 상고불허결정 포함)을 지지하고 있음

26 상호운용성을 확보하기 위해서는 복제된 양이 많아야 하는데, 그렇지 않기 때문에 상호운용성을 위한 복제였다는 주장이 모순적이라는 점에서 불리하게 작용한다고 판단한 것으로 보이고, 항소심은 구글이 안드로이드를 자바 플랫폼과 호환되지 않게 디자인해서 자바 프로그램과의 상호운용성을 확보하지 않았다고 단정하고 있음

27 이하 이 표의 내용은 앞에서 언급한 박형옥(2018)의 15~23면과 공정이용에 관한 2심 판결문을 요약·정리한 것임

28 https://patentlyo.com/patent/2018/05/copyrighting-software-heading.html

〈표 6〉 소프트웨어에 관한 한국과 미국 저작권법 비교

항목	미국	한국
보호 대상	**제102조 저작권의 보호대상 : 총칙** (b) 어떠한 경우에도, 독창적인 저작물에 대한 저작권 보호는 그것이 그 저작물에 기술, 설명, 예시, 또는 수록되는 방법에 관계없이, 관념, 절차, 공정, 체제, 조작 방법, 개념, 원리, 또는 발견에는 미치지 아니한다.	제101조의2(보호의 대상) 프로그램을 작성하기 위하여 사용하는 다음 각 호의 사항에는 이 법을 적용하지 아니한다. 1. 프로그램 언어 : 프로그램을 표현하는 수단으로서 문자·기호 및 그 체계 2. 규약 : 특정한 프로그램에서 프로그램 언어의 용법에 관한 특별한 약속[29] 3. 해법 : 프로그램에서 지시·명령의 조합방법
공정 이용	**제107조 배타적 권리에 대한 제한 : 공정사용** 제106조와 제106조의 A의 규정에도 불구하고, 비평, 논평, 시사보도, 교수(학습용으로 다수 복제하는 경우를 포함), 학문, 또는 연구 등의 목적을 위하여 보호되는 저작물을 복제물이나 음반으로 복제하거나 또는 제106조와 제106조의 A에서 규정한 그 밖의 방법으로 이용하는 경우를 포함하여 공정사용하는 것은 저작권 침해가 되지 아니한다. 구체적인 경우에 어떤 저작물의 사용이 공정사용이냐의 여부를 결정함에 있어서 참작하여야 할 요소에는 다음 사항이 포함되어야 한다. (1) 그 사용이 상업적 성질의 것인지 또는 비영리적 교육목적을 위한 것인지 등, 그 사용의 목적과 성격 (2) 보호되는 저작물의 성격 (3) 사용된 부분이 보호되는 저작물 전체에서 차지하는 양과 상당성 (4) 그 사용이 보호되는 저작물의 잠재적 시장이나 가치에 미치는 영향 위의 모든 요소를 참작하여 내려지는 결정인 경우에, 저작물이 미발행되었다는 사실 자체는 공정사용이라는 결정을 방해하지 못한다.	제28조(공표된 저작물의 인용) 공표된 저작물은 보도·비평·교육·연구 등을 위하여는 정당한 범위 안에서 공정한 관행에 합치되게 이를 인용할 수 있다. 제35조의3(저작물의 공정한 이용) ① 제23조부터 제35조의2까지, 제101조의3부터 제101조의5까지의 경우 외에 저작물의 통상적인 이용 방법과 충돌하지 아니하고 저작자의 정당한 이익을 부당하게 해치지 아니하는 경우에는 저작물을 이용할 수 있다. ② 저작물 이용 행위가 제1항에 해당하는지를 판단할 때에는 다음 각 호의 사항 등을 고려하여야 한다. 1. 이용의 목적 및 성격 2. 저작물의 종류 및 용도 3. 이용된 부분이 저작물 전체에서 차지하는 비중과 그 중요성 4. 저작물의 이용이 그 저작물의 현재 시장 또는 가치나 잠재적인 시장 또는 가치에 미치는 영향

- 또한 이 사건은 특정 프로그래밍 언어를 사용한다는 것이 가지는 의미에 대해서도 다시 한 번 생각해 볼 여지가 있음
  - 프로그래밍 언어로서의 자바를 사용할 줄 안다는 것은 자바 언어의 문법에 대한 지식 외에 자바 프로그램을 작성하기 위해 기본적으로 제공되는 자바 API를 사용한다는 것을 같이 의미하는 경우가 대부분임
  - 그러나 2014년 자바API가 저작권 보호대상임을 인정한 항소심 판결은 자바 언어와 자바 API를 엄격히 분리한 판결로 SW업계 종사자로서는 혼란스러울 수 있음

29 구체적으로는 컴퓨터 프로그램 상호간, 하드웨어와 소프트웨어 상호간, 하드웨어 상호간, 네트워크 시스템 상호간 등의 접속을 위한 인터페이스나 프로토콜(protocol)을 의미한다고 보는 것이 일반적임
출처 : 송재섭(2003), "컴퓨터 사용자 인터페이스의 법적 보호", 서울대학교 법학과 석사학위 논문

- 한편, 이 사건에 관한 많은 연구와 보도들은 연이어 오라클의 손을 들어준 이 사건의 항소심 판결을 두고 'API 이용'에 제약이 발생한다고 서술하고 있지만, 정확하게는 'API를 재구현하는 것'에 제약이 발생하는 것임
  - 소프트웨어 개발자가 공개된 API를 호출하는 방식으로 다른 응용프로그램을 작성하는 것에는 아무런 영향을 주지 않으며, 해당 API의 선언문과 SSO를 복제한 후 다른 표현방식으로 구현(Implementation)하는 기업에 대해 운영체제 등 플랫폼 소프트웨어의 저작권자가 적법한 권리 행사를 할 수 있게 됨

- 이번 항소심 판결에 대해 대표적인 오픈소스 운영체제인 리눅스에도 영향을 미칠 것을 우려하는 목소리도 있는데, 리눅스 관련 업체들에게 손해배상소송이 제기될 가능성은 낮지만 저작권자의 허락없이 API를 재구현한 SW업체들에는 영향을 줄 수도 있음
  - 리눅스는 상업용 유닉스 간의 호환성을 높이기 위하여 제정된 POSIX[30] API의 구현체로 볼 수 있는데, 오라클이 승소할 경우 유닉스의 저작권자인 'Micro Focus'가 POSIX 기반 운영체제를 개발하는 회사들에게 손해배상을 청구할 수 있다는 우려가 제기된 바 있음[31]
  - 그러나 POSIX는 이미 1988년부터 국제적으로 표준화된 것이므로 손해배상소송이 제기될 가능성도 낮고 'Micro Focus'가 승소할 가능성도 낮음
  - 다만, 아마존의 클라우드 서비스 AWS 중 저장공간 제공서비스인 S3의 API와 동일한 API를 제공하는 다른 클라우드 서비스 업체들(Basho와 SwiftStack)들은 이번 판결에서 구글과 같이 다른 기업의 API를 불법적으로 복제한 경우인데, 이처럼 국제적 표준으로 인정받기 어려운 API들을 재구현한 경우에는 영향을 받을 수 있음

- 이번 항소심 판결로 오라클이 구글에게서 거액의 손해배상을 받아낼 수 있을 것으로 보는 언론보도가 많이 있지만, 아직까지 단정하기는 어려움
  - 오라클은 2010년부터 진행된 1심 재판에서는 특허침해까지 포함하여 손해배상액을 최초에는 20억 ~ 60억 달러로 산정했다가 10억 ~ 20억 달러로 변경했는가 하면 2011년 6월경에는 26억 달러를 청구한 반면[32], 앨섭 판사가 선정한 전문가는 특허침해에 대해 500만 달러, 저작권침해에 대해 1억 달러를 상한으로 제시하였음[33]

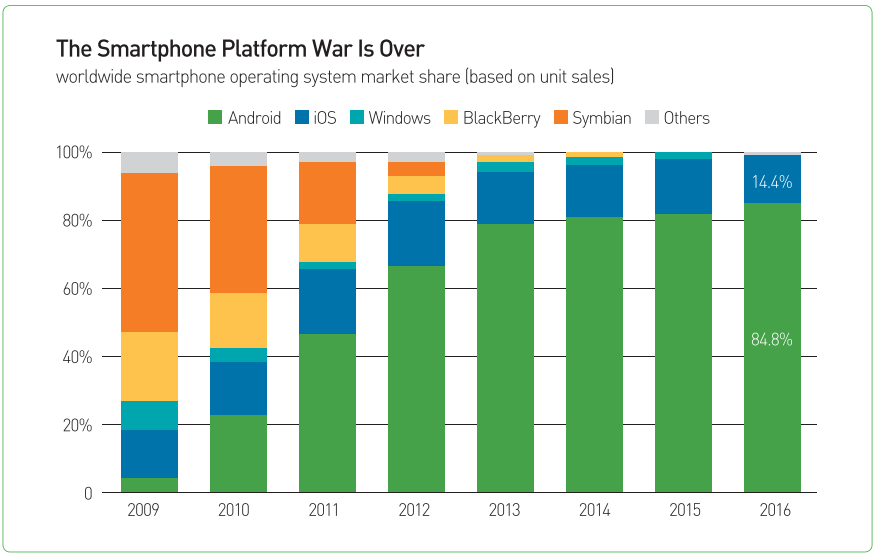
30 Portable Operating System Interface(POSIX)의 줄임말로 Unix 계열의 운영체제들의 호환성을 높이기 위해 IEEE Computer Society에서 제정한 여러 가지 표준을 가리키며, 1988년에 ANSI-C를 포함한 IEEE Std 1003.1-1988이 처음 공표된 이후 2017년 IEEE Std 1003.1-2017까지 공표되었음

31 https://www.wired.com/2016/05/oracle-google-case-will-decide-future-software/

32 https://www.digitaltrends.com/android/oracle-puts-2-6-bln-price-tag-on-google-java-infringement/

33 https://arstechnica.com/tech-policy/2012/06/oracle-v-google-aftermath-apis-remain-free-cost-of-business-soars/2/

- 이후, 2015년부터 진행된 공정이용에 관한 1심 재판에서는 오라클 측은 저작권침해에 대한 실제 손해액[34] 4.75억 달러, 안드로이드로 인한 이익[35] 중 배분액 88.29억 달러로 산정하였는데[36], 여러 언론보도들은 이를 참고하여 구글의 손해배상액을 88억 달러 이상으로 예측하고 있음
- 2008년 최초의 안드로이드 스마트폰이 출시된 이후 2010년부터 급성장한 안드로이드는 현재는 전 세계 스마트폰 및 태블릿 등의 모바일 기기 시장의 지배적 플랫폼으로 2017년 점유율 85.1%에 출하대수가 약 13억 대이므로, 이번 항소심 판결이 확정되어 손해배상액이 산정될 경우 구글은 상당한 액수의 손해배상을 해야 함
- 하지만, 2016년 재판 당시 제시된 93억 달러는 오라클 측 전문가의 추정치 중에서도 최대치로 최초의 1심 재판 때부터 전문가들 사이에서도 산정된 손해액들이 상당한 격차를 보였으며, 당연하겠지만 손해배상 계산의 몇 가지 전제사항이 달라지면 손해배상액이 달라질 수 있음
- 따라서 최종적으로는 배심원들이 복제된 37개 API 패키지의 11,500라인의 선언문 코드 및 SSO이 안드로이드에 기여한 비중을 어느 정도로 판단하느냐에 달려 있음



〈그림 2〉 전 세계 스마트폰 플랫폼 시장점유율 변화추이(2009년~2016년)

※ 출처 : https://jimharris.com/technology/2018-huaweis-year-opportunity/

34 자바ME 라이선스 사업에 대해 입은 피해액임

35 구글이 안드로이드로 얻는 수익은 크게 검색광고, 스마트폰 제조사에 대한 구글 앱(유투브, Gmail 등) 라이선스, 구글 플레이스토어를 통한 안드로이드 앱 수수료(앱 결제금액의 30%) 사업 세 가지임

36 https://www.scribd.com/doc/306209462/Excerpt-from-Oracle-Damages-Report?campaign=SkimbitLtd&ad_group=100098X1555750X2321a56479bf3fdded93b23dfcdeb5c4&keyword=660149026&source=hp_affiliate&medium=affiliate

〈표 7〉 전 세계 스마트폰 플랫폼의 시장현황 전망(2017년~2021년)

Platform	2017 Shipment Volume*	2017 Market Share*	2017 Annual Growth*	2017 Shipment Volume*	2021 Market Share*	2021 Annual Growth*	2016~2021 CAGR*
Android	1,290.7	85.1%	3.5%	1,491.1	85.5%	3.1%	3.6%
iOS	223.6	14.7%	3.8%	252.1	14.5%	1.4%	3.2%
Windows Phone	1.1	0.1%	–80.9%	0.3	0.0%	–18.0%	–44.8%
Others	1.6	0.1%	–64.4%	1.0	0.1%	–5.3%	
Total	1,517.0	100.0%	3.0%	1,744.6	100.0%	2.9%	3.4%

※ 출처 : https://www.androidheadlines.com/2017/05/idc-global-smartphone-shipments-surpass-1-5b-2017.html

〈표 8〉 오라클 측 전문가의 배상액 산정의 전제사항

순번	내용
1	침해당한 자바 저작권 부분이 플랫폼 경제학의 속성과 사업환경 측면에서 구글의 안드로이드 조기 출시에 매우 중요한 역할을 함
2	구글이 안드로이드를 출시한 것은 모바일 광고시장에서 자신의 검색서비스의 지속적인 수입원이 될 것을 확신하였기 때문임 – 모바일 검색은 구글에게 상당한 광고 매출 및 수익을 가져다주었고, 안드로이드는 구글의 모바일 검색사업의 핵심요소임
3	침해당한 자바 저작권 부분은 현재에도 안드로이드 플랫폼과 모바일 앱의 동작에 필요하고 매우 중요한 역할을 하고 있음
4	구글이 자바 저작권을 침해하지 않았다면, 썬이 자바ME 플랫폼으로 상당히 많은 라이선스 매출을 올릴 수 있었음
5	구글이 자바 저작권을 침해하지 않았다면, 썬은 직접 혹은 라이선스받은 파트너를 통해서 어떠한 모바일 플랫폼을 성공시키는 데 있어 전략적으로 중요한 위치를 차지할 수 있었음

※ 출처 : https://www.scribd.com/doc/306209462

임베디드SW의 발전 동향

Trends is the Embedded Software Debelopment

- 최근 임베디드SW에 대한 정의가 확장되고 있으며, 과거 단순 내장형 SW의 영역에서 사이버 물리시스템을 포함하는 방향으로 진화
- 각 국가별 임베디드SW의 적용수준에 차이가 있어 임베디드SW 분야의 발전을 위한 정확한 시장가치 측정이 요구됨

- The definition of embedded SW has been extended recently, and it evolved from the simple built-in SW to the SW which includes the cyber-physical system.
- There is a difference in the application level of embedded SW in each industry, so it is necessary to measure accurate market value for development of embedded SW.

허 정
선임연구원
HUR, Chung
Senior Researcher, SPRi
chunghur@spri.kr

임베디드SW의 정의 및 범위

- 임베디드 시스템
  - **(한국정보통신기술협회)** 임베디드 시스템은 각종 전자 제품이나 정보 기기 등에 설치되어 있는 마이크로프로세서에 미리 정해진 특정한 기능을 수행하는 SW를 내장시킨 시스템임
  - 임베디드 시스템은 미리 정해진 특정 기능을 수행하기 위해 컴퓨터의 하드웨어와 소프트웨어가 조합된 전자 제어 시스템을 통칭함
  - **(IDC)** 전통적인 임베디드 시스템은 기능 범위가 제한되고 전용 응용 프로그램이 있는 컴퓨터 기반 제품으로 셋톱박스, 산업용 자동화 장비, 의료기기, 스마트카드, 알람시계, 전동칫솔, 전자레인지 등이 이에 해당
  - SW 지능화 및 기반 기술의 발전에 따라 고급 운영체제를 실행하고 자발적으로 인터넷에 연결하며 클라우드 기반 응용 프로그램을 실행하고 수집된 데이터를 분석하는 지능형(Intelligent) 시스템이 출현함
  - 지능형 시스템은 고도의 지능성, 고성능 및 이종(heterogeneous) 컴퓨터 구조를 포함하는 적응성, 인간-기계 상호 작용과 기계 간 통신을 가능하게 하는 연결성을 갖추고 있으며, 기술적으로는 최소 32비트 사양 이상의 프로세서가 탑재됨
  - 첨단 운전자 지원시스템(ADAS, Advanced Driver Assistance System) 자동차 인포테인먼트, 3D 프린터 등이 지능형 시스템에 해당함

〈표 1〉 세계 임베디드 및 인텔리전트 시스템 시장 규모

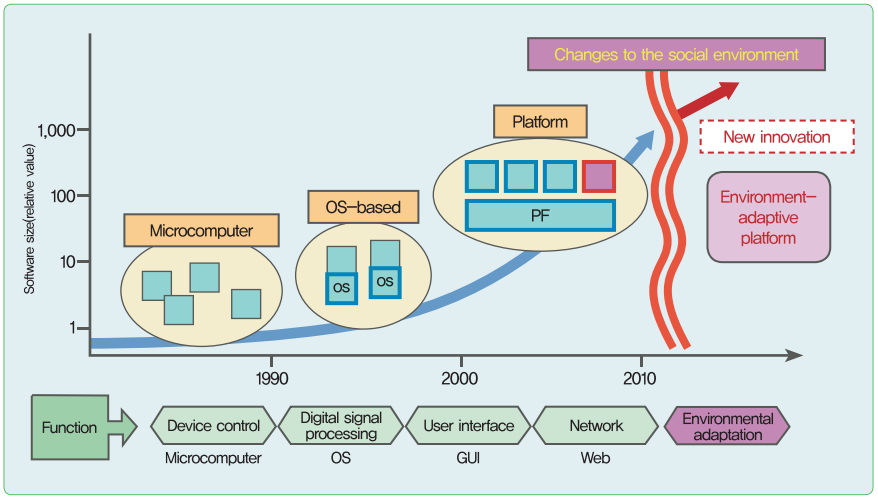
(단위 : 억 달러)

구 분	2017	2018(E)	2019(E)	2020(E)	2021(E)	2022(E)	CAGR
임베디드 시스템	17,197	17,659	17,835	17,668	17,654	17,522	0.4%
인텔리전트 시스템	18,976	20,341	21,640	22,927	23,965	24,931	5.6%
전체	36,173	38,001	39,475	40,595	41,619	42,454	3.3%

※ 출처 : IDC(2018), Worldwide Embedded and Intelligent Systems Forecast, 2018-2022

- 임베디드SW
  - **(한국정보통신기술협회)** 임베디드 시스템의 특정 기능을 수행하기 위해 임베디드 시스템에 설치되어 실행되는 임베디드 소프트웨어 플랫폼을 구성하는 시스템 소프트웨어와 응용 소프트웨어를 말함
  - **(임베디드SW·시스템산업협회)** 미리 정의된 목적을 위해 물리적 입력 및 그 가공된 데이터를 이용하여 적절한 반응을 제공하기 위해 설계된 SW이며, 제한된 자원을 효율적으로 활용하여 그 목적을 경제적으로 달성해야 하는 SW임

● 임베디드SW의 진화



〈그림 1〉 임베디드SW의 진화

※ 출처 : Yoshiaki Kushiki(2010) The Future of Embedded Software : Adopting to Drastic Change, Computer

– **(마이크로컴퓨터 기반 SW)** 메모리와 입출력 장치 같은 주요 부품들을 프로세서와 함께 마이크로 제어기(Microcontroller)에 집적시킬 수 있게 되었으며, 값비싼 범용 컴퓨터를 이용하기에는 부담스러운 부분을 마이크로컨트롤러가 대체함

– **(System on Chip 기반 SW)** 시스템 반도체 내에 집적될 수 있는 IP(Intellectual Property) 형태 프로세서의 개발로 인해 산업 전 분야에 활용됨

– **(플랫폼 기반 SW)** 최근 임베디드 시스템 설계에 네트워킹 기능과 함께 플랫폼 기반 SW가 도입되어 사용자 친화적 설정과 스마트 기술이 일부 적용됨

– **(환경적응형 플랫폼 기반 SW)** 향후 성능 개선 및 지능화, 연결성, 에너지 절감 관련 요구사항 실현 및 사이버 물리시스템(CPS, Cyber-Physical Systems) 환경에 적응하는 동적 설계가 필요할 것으로 예상됨

임베디드SW의 분류

● 물리적 계층과의 추상화 및 인터페이스 정도에 따른 분류

– **(한국정보통신기술협회)** SW는 보통 추상화 수준에 따라 HW 추상화 계층, 운영체제 및 시스템 SW, 미들웨어, 응용 SW 등으로 구분함

– 물리적 계층과의 추상화 및 인터페이스 정도에 따라 계층을 구분하는 것이 넓은 분야를 포괄하기 위해 필요하다고 판단하여 다음과 같이 분류함

〈표 2〉 추상화 수준에 따른 임베디드SW의 분류

대분류	중분류	설명
하드웨어 인터페이스 SW	펌웨어	프로그래밍 가능 ROM 영역에 직접 저장되어 하드웨어 장치의 저수준 동작을 담당
	신호처리 SW	오디오, 음성, 이미지, 비디오 처리 및 필터링 등에 특화된 (specialized) 응용 소프트웨어
임베디드 시스템 제어 SW	임베디드 운영체제	임베디드 시스템상의 소프트웨어들을 제어하는 역할 수행
	임베디드 미들웨어 및 가상머신	소프트웨어 컴포넌트 및 응용 서비스 조합을 제공하여 플랫폼 독립적인 소프트웨어 수행 가능
	임베디드 응용 제어 SW	임베디드 시스템의 행동을 제어하기 위한 소프트웨어
입출력서비스 SW	임베디드 멀티미디어 응용	멀티미디어 서비스를 제공하는 소프트웨어
	임베디드 네트워크 응용	연결성을 제공하거나 네트워크를 이용한 서비스를 제공하는 소프트웨어
	양방향 비실시간 임베디드 응용	실시간성의 요구를 가지지 않는 사용자와의 양방향 서비스를 제공하기 위한 소프트웨어
임베디드SW 개발도구	임베디드SW 설계 도구	소프트웨어 설계 단계에서 제약조건을 만족시키기 위한 다양한 방법론을 자동화한 소프트웨어
	임베디드SW 구현 도구	임베디드 장치로의 소프트웨어 배포 및 디버깅 등을 도와주는 소프트웨어
	임베디드SW 검증 및 시험 도구	소프트웨어 설계시의 조건을 만족하는 지 확인하기 위한 검증/시험 자동화 소프트웨어

※ 출처 : 한국정보통신기술협회(2011), 임베디드 소프트웨어 정의 및 분류 지침

● 응용 분야에 따른 분류

– **(한국산업기술평가관리원)** 운영체제, 미들웨어, 개발도구, 장치 구동기(Device Driver), 제어 SW 그리고 이를 이용하여 개발된 제품을 안전하고 신뢰성 있게 동작시킬 수 있는 SW 등으로 분류함

〈표 3〉 응용 영역에 따른 임베디드SW의 분류

대분류	중분류	설명
시스템 SW	임베디드 운영체제	복잡한 임베디드 시스템상의 소프트웨어들을 제어하기 위한 운영체제로, 실시간성, 반응성, 구성 용이성, I/O 장치의 유연성, 간결하고 제한된 보호 기법 등의 특징이 있음
	임베디드 미들웨어 및 핵심 컴포넌트	임베디드 미들웨어 및 핵심 컴포넌트는 임베디드 시스템의 소프트웨어 컴포넌트(Component) 및 응용들에 대한 서비스 집합을 제공하여 플랫폼 독립적(Platform Independent)인 소프트웨어 제작 또는 수행을 가능하게 하는 소프트웨어

대분류	중분류	설명
개발지원 SW	SW 공학	임베디드SW의 설계 및 구현을 위하여 임베디드SW의 제약 조건을 만족시키기 위한 다양한 방법론을 자동화한 소프트웨어
	SW 테스트	임베디드SW가 설계시의 조건을 만족하는지 확인하기 위한 검증/시험 자동화 소프트웨어
	SW 개발환경	임베디드SW의 구현을 위한 환경을 제공하고, 산출물에 대한 배포 및 관리를 위한 소프트웨어
응용 SW	자동차용 임베디드SW	ECU(Electronic Control Unit) 또는 IVI(In-Vehicle Infortainment)와 같은 전장 시스템의 동작을 규정하는 SW로서 ECU로 입력되는 센서의 데이터를 분석하고, 미리 정해진 기능 및 성능에 의거하여 액츄에이터를 구동하는 SW
	항공용 임베디드SW	항공기 관련 표준을 만족하면서 실시간 성능을 제공하는 SW로서, 고신뢰성 가상머신 및 미들웨어 SW, 항공기 통합제어 SW, 항공 임무 응용 SW, 비행 시뮬레이션 및 실시간 훈련 SW 등을 포함
	조선용 임베디드SW	선박의 항해 장비를 구동하고 선박 정보를 수집·분석·가공하여 유지 보수하기 위한 SW로서, 항해지원 SW, 원격선박유지보수 SW, 통신처리시스템 SW 등을 포함
	로봇용 임베디드SW	로봇에 내장되어 로봇의 주행 및 작업 동작과 표현, 인간과의 인터페이스(HRI, Human-Robot Interaction) 등을 수행하는 SW로서 기본 SW 모듈, 응용 서비스 모듈, 미들웨어 모듈 그리고 통합 SW 개발환경 등을 포함
	의료기기용 임베디드SW	현존하는 모든 의료기기에 내장되는 SW로 ECG, EKG 등 다양한 센서와의 인터페이스와 액추에이터 등을 제어하고 센싱 데이터를 분석할 수 있는 핵심 SW
	전자용 임베디드SW	전자기기에 탑재되어 전자기기를 제어하고 제품의 지능화, 고부가가치화를 위한 핵심적인 역할을 담당하는 SW로 전자기기에는 스마트디바이스, 스마트 가전, SW-SoC 등을 포함

※ 출처 : 한국산업기술평가관리원(2016), 2015년 연구개발 주요성과 및 2016년 추진계획 – 임베디드SW

임베디드SW의 시장규모 및 시장가치

- 세계 시장규모
  - (MarketsandMarkets) 2018년 기준, 98억 7천만 달러로 예측됨
  - 임베디드SW를 운영체제와 미들웨어로 한정하여 완제품에 들어가는 다양한 SW 가치를 반영하지 못한다는 한계가 존재함

〈표 4〉 세계 임베디드SW 시장규모 예측

(단위 : 억 달러)

구 분	2015	2016	2017(E)	2019(E)	2021(E)	2023(E)	CAGR (2017-2023)
임베디드SW	91.8	98.7	106.0	122.4	140.9	161.6	7.27%

※ 출처 : MarketsandMarkets(2017), Embedded Systems Market – Global Forecast to 2023

● 국내 시장규모 및 시장가치

– (MarketsandMarkets) 2016년 기준, 2억 달러로 예측됨

· 운영체제와 미들웨어 부문에서 세계 시장의 2.1% 수준에 해당함

〈표 5〉 국내 임베디드SW 시장규모 예측

(단위 : 억 달러)

구 분	2015	2016	2017(E)	2019(E)	2021(E)	2023(E)	CAGR (2017–2023)
임베디드SW	1.8	2.0	2.2	2.5	3.0	3.4	8.11%

※ 출처 : MarketsandMarkets(2017), Embedded Systems Market – Global Forecast to 2023

– **(임베디드SW · 시스템산업협회)** 2013년 기준, 13조 5,320억 원으로 추정됨

· 품목/산업별 생산액 대비 임베디드SW 비중을 조사하여 모든 SW 가치 추정을 시도함

〈표 6〉 국내 임베디드SW 시장규모 예측

(단위 : 억 원)

구 분	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	CAGR
임베디드SW	90,856	101,703	110,010	117,903	131,065	131,311	135,320	6.9%

※ 출처 : 임베디드SW · 시스템산업협회(2013), 임베디드 SW산업 실태조사

임베디드SW 관련 국내외 정책 동향

● 임베디드SW 관련 국내 정책 동향

– **(산업통상자원부)** 임베디드SW 발전전략 및 임베디드SW 전문인력 양성사업 등을 추진함

· **(임베디드SW 발전전략)** 2013년부터 핵심 임베디드SW 기술의 국산기술 개발과 임베디드SW의 인력수급 불균형 현상 해소, 임베디드SW 시장 활성화 및 산업 생태계 개선 등을 위한 과제를 추진함

· **(임베디드SW 전문인력양성사업)** 자동차, 전자, 기계/로봇, 의료, 조선, 항공의 6개 주력 산업 분야에 현재 100여 명의 석사 과정 인력이 참여하고 있으며 2018년부터 임베디드SW 전문인력을 산업계에 공급할 예정임

● 임베디드SW 관련 해외 정책 동향

– **(미국)** NITRD(Networking & Information. Technology. Research & Development) 프로그램을 통하여 HCSS(High Confidence SW & System) 분야의 CPS 관련 연구에 2010년 2.15억 달러를 투자함

– **(EU)** 정보통신 기술개발에 신뢰성 기반의 임베디드SW 개발을 적극 추진함

· **(독일)** 기술창업 활성화를 위해 기술과 산업간 체계적 교량 역할을 하는 전략 · 기반 · 미래 기술 등 3대 영역의 R&D를 추진 중임

- **(영국)** 무인자동차 및 항공우주산업 등 인공지능 연구 등을 위해 2017년 6월 산업전략 챌린지 기금(Industry Strategy Challenge Fund)을 출범함
- **(프랑스)** 총리실 부속 공공분야 싱크탱크인 France Strategie는 인더스트리 4.0이 프랑스 경제에 미치는 영향과 관련 AI, 블록체인, 자율주행차, 스마트도시 등과 같은 분야에 대해 컨설팅을 시행함

– **(아시아)** 인공지능과 사물인터넷을 중심으로 한 개발전략의 일환임

- **(일본)** 미국, 독일 등 선진국과 연대해 사물인터넷 국제표준화를 선도할 계획이며 '자율주행 로드맵 2017'을 발표하고 '종합 이노베이션 전략' 마련할 예정임
- **(중국)** 인공지능을 국가 전략 산업으로 육성시키겠다는 '차세대 AI 발전 계획'을 2017년 발표한 가운데 각 도시별 세부 전략도 마련함

시사점

● 최근 임베디드SW에 대한 정의가 확장되고 있으며, 과거 단순 내장형 SW의 영역에서 CPS를 포함하는 방향으로 진화

– 임베디드 시스템이 과거 독립형 프로세서(Standalone Processor)가 탑재된 임베디드 시스템에서 네트워킹이 가능한 임베디드 시스템, CPS 형태의 임베디드 시스템으로 확대됨에 따라 임베디드SW의 적용범위가 확장되고 있는 추세임

● 임베디드SW의 조사범위 및 국가별 적용에 차이가 있어 임베디드SW의 외연 확장을 위한 정확한 시장가치 측정이 요구됨

– 세계시장 규모 및 국내시장 규모의 비중과 중요성이 서로 다르며 국내시장의 대상에 맞는 품목 선정이 중요함

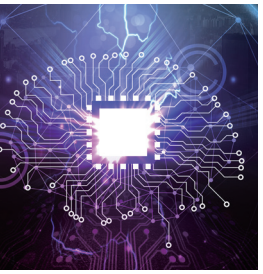
신경망 구조 탐색 연구 동향

Current Research Status of Neural Architecture Search

- 신경망 구조 탐색 연구는 최적의 인공신경망 구조를 도출하기 위한 방법론
- 신경망 구조 탐색은 학습하는 방법을 학습하는 것으로, 경험적 결과에 기반한 기존의 심층학습 결과에 근접

- A research of neural architecture search(NAS) is a methodology to derive optimal artificial neural network architecture
- As NAS is a new approach to learn how to learn, NAS scores almost close to empirical results of conventional state-of-the-art deep learning

추형석
선임연구원
CHU, Hyoung Seok
Senior Researcher, SPRi
hchu@spri.kr



심층학습(Deep Learning)의 장점과 단점

- **(장점)** 심층학습은 현대 인공지능 기술의 핵심으로 대규모 데이터를 학습하여 패턴을 인식하거나 미래를 예측하는 데 활용
  - 구글 딥마인드가 개발한 인공지능 바둑 프로그램 알파고는 13층의 합성곱 신경망*, 40층의 잔차 신경망**을 활용해 바둑 지식을 학습

    * 합성곱 신경망(Convolutional Neural Network)은 이세돌 9단과 대결한 알파고 버전으로 16만 개의 바둑 기보를 학습한 인공신경망

    ** 잔차 신경망(Residual Neural Network)은 인간의 바둑 기보 없이 스스로 대국하여 최정상 바둑실력을 증명한 알파고제로가 활용한 인공신경망 구조
  - 사진 분류 성능을 시험하는 CIFAR-10* 데이터셋 기준 예측 오차율은 2017년 기준 2.56%(DenseNet + CutOut)

    * Canadian Institute For Advanced Research의 약어로 6만 장의 사진을 10개의 종류로 구분한 이미지 데이터로, 심층학습 분야에서 이미지 분류 성능을 측정하는 기준 데이터로 활용됨
  - 언어 모델을 시험하는 Penn Treebank* 데이터셋 기준 혼잡도(Perplexity)는 2018년 기준 56.0을 기록(Long Short-Term Memory(LSTM) 활용)[1]

    * Penn Treebank는 문장을 형태소 별로 구분한 말뭉치 데이터셋으로 언어 모델의 성능(주어진 문장의 다음에 올 단어 예측)을 측정하는 데 활용

- **(단점)** 심층학습은 성공적인 학습을 위해 방대한 양의 데이터가 필요하고, 높은 예측 성능에 대한 설명이 거의 불가능하며, 이로 인해 실험을 통한 경험적 결과에 의존
  - 심층학습에서는 데이터의 절대량이 예측 성능과 직결될 가능성이 높으며, 상대적으로 빈도가 낮은 경우*를 성공적으로 예측하기 위해서는 더욱 많은 데이터를 필요로 함

    * 자연재해, 보험 사기, 비정상적인 금융 거래 등 현상 자체가 빈번하게 일어나지 않는 분야를 예측하는 경우
  - 심층학습으로 현상을 예측하는 인공신경망 모델이 왜 예측을 잘 하는지에 대한 설명 가능성*이 낮음

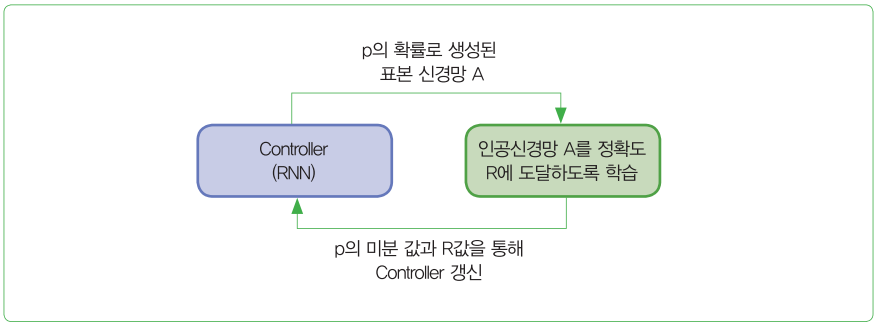
    * 이 부분을 극복하기 위해 현재 미국의 방위고등연구계획국(DARPA)에서는 막대한 예산을 투입하여 설명 가능한 인공지능(Explainable AI) 연구를 진행 중
  - 심층학습의 결과물인 인공신경망 모델은 그 구조가 경험적으로 얻어진 것이 일반적으로, 보다 많은 경우의 수를 상정하여 시도한 최적의 결과

- 신경망 구조 탐색(Neural Architecture Search, NAS) 기술은 앞서 기술한 심층학습의 세 번째 단점인 인공신경망 구조를 찾는 과정을 다시 심층학습으로 찾아내는 과정으로, 학습하는 방법을 학습하는 방법론으로 부상

1 Pham, Hieu, et al. "Efficient Neural Architecture Search via Parameter Sharing." arXiv preprint arXiv:1802.03268(2018).

신경망 구조 탐색 기술과 그 성능

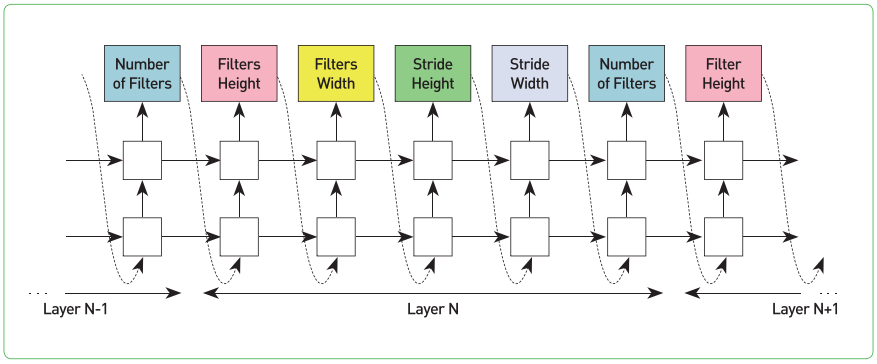
- 신경망 구조 탐색은 〈그림 1〉과 같이 순환 신경망(Recurrent Neural Network)을 통해 파생되는 신경망을 학습하여 최적의 인공신경망 구조를 탐색
  - 인공신경망을 일종의 다변 문자열(variable-length string)으로 구체화하여 〈그림 1〉의 Controller는 일정 확률 p로 인공신경망 문자열(child network)을 생성
  - Child network는 학습 데이터로 학습되고, 검증 데이터로 정확도 R을 생성한 뒤 생성 확률인 p와 함께 Controller를 갱신
  - Controller는 높은 정확도를 갖는 child network에 더 높은 p 값을 부여하여 가장 예측을 잘 하는 인공신경망을 탐색



〈그림 1〉 신경망 구조 탐색의 개념

※ 출처 : Neural architecture search with reinforcement learning에서 재구성

- 신경망 구조 탐색은 인공신경망의 구조적인 모수(architectural hyperparameter)를 탐색하는 것으로 앞먹임(feedfoward) 방식의 합성곱신경망의 모수는 〈그림 2〉와 같이 표현할 수 있음



〈그림 2〉 합성곱신경망의 모수를 찾기 위한 Controller의 순환신경망 구조

※ 출처 : Zoph, Barret, and Quoc V. Le. "Neural architecture search with reinforcement learning." arXiv preprint arXiv:1611.01578(2016).

– 신경망 구조 탐색 역시 많은 시도로 결과를 도출하는 접근방법이기 때문에 계산의 효율을 높이기 위해서 다수의 child network를 동시에 생성하고 비동기식 병렬처리를 통해 Controller를 갱신

● 신경망 구조 탐색의 성능

– 신경망 구조 탐색의 성능은 수백 장의 고성능 GPU를 활용해 도출한 결과이나, 최근 한 장의 GPU를 활용해 효율을 극대화한 연구(Efficient Neural Architecture Search, ENAS)가 진행[2]

– 앞서 소개한 데이터셋 CIFAR-10과 Penn Treebank에 대한 성능은 다음 [표 1]과 같음

〈표 1〉 신경망 구조 탐색의 성능

CIFAR-10			Penn Treebank		
방법론	파라메터 수 (백 만)	오차율 (%)	방법론	파라메터 수 (백 만)	혼잡도
경험적인 방법 (DenseNet)	26.2	2.56	경험적인 방법 (LSTM)	22	56.0
NAS	3.3	2.65	NAS	54	62.4
ENAS	4.6	2.89	ENAS	24	55.8

※ 출처 : Pham, Hieu, et al. "Efficient Neural Architecture Search via Parameter Sharing." arXiv preprint arXiv:1802.03268(2018).

결론

● 신경망 구조 탐색은 경험적인 지식에 의존하는 심층학습 구조를 인공지능을 통해 학습하여 도출한다는 개념으로, 그 성능은 전통적인 방법론에 육박할 정도로 높음

● 그간의 연구결과는 수백 대의 고성능 컴퓨팅 자원이 필요로 한 반면, 최근 컴퓨터 한 대 수준에서의 신경망 구조 탐색 기법을 구현하여 성능을 증명함으로써, 앞으로의 심층학습 분야의 발전 가능성을 시사

2 Pham, Hieu, et al. "Efficient Neural Architecture Search via Parameter Sharing." arXiv preprint arXiv:1802.03268(2018).

IT 중소·벤처기업 연구개발(R&D) 지원정책의 주요쟁점과 시사점

The Issue and Implication of Government R&D support for IT SMEs

- 1990년대 후반부터 정부의 중소·벤처기업에 대한 R&D 지원예산이 꾸준히 증가하여 2015년 기준 약 2.9조 원 규모이며, 이 중 IT융합분야가 가장 큰 부문(49.7%)을 차지함
- 정부의 R&D 지원이 의도한 효과(기술적 성과, 경제적 성과 등)를 거둘 수 있도록 기업·과제 선정체계가 과학화·객관화되어야 함

- Since the late 1990s, the Government R&D support for SMEs continued to grow, and the total amount reached to an estimated 2.9 trillion Won in 2015.
- In order to achieve the policy objective, the system of selecting SMEs should be advanced

심동녁
연구원
SHIM, Dong Nyok
Researcher, SPRi
sk4me@spri.kr

정부의 중소·벤처기업 R&D 지원 현황

- 1990년대 후반부터 중소·벤처기업에 대한 R&D 지원이 본격화되기 시작함
  - 1997년 우리 정부는 『벤처기업육성에 관한 특별조치법』을 제정하면서 일정요건을 갖춘 벤처기업을 지원대상기업으로 확인하고, 이들 기업에 대하여 자금, 기술, 인력, 입지 등을 집중 지원하기 시작함
  - 한편, 1998년부터 자금력이 취약한 중소기업의 기술개발을 촉진하고 기술개발에 따른 투자금액과 위험을 공공부문에서 분담, 지원할 수 있는 협력체제로 미국의 SBIR제도를 벤치마킹하여 "중소기업 기술혁신지원제도(KOSBIR: Korea Small Business Innovation Research Program)"[1]를 도입함

- 지난 20여 년 중소 벤처기업 R&D 지원예산은 꾸준히 확대되었으며, 2015년 기준 연간 약 3조 원 규모의 중소·벤처기업 R&D지원금이 집행되었음

〈표 1〉 지난 5년간 정부의 중소기업 R&D 지원 규모

(단위 : 억 원)

구 분	2011	2012	2013	2014	2015
KOSBIR	15,078	17,412	17,283	17,264	19,368
중소기업청 R&D 예산	6,444	7,450	8,587	8,850	9,574
전체 예산	21,522	24,862	25,870	26,114	28,942

※ 출처 : 오승환 김선우(2017)

  - 1997년 300억 원에 불과하던 중소기업청의 R&D 지원예산은 2015년 9,574억 원으로, 1998년 3,442억 원이었던 KOSBIR 예산은 2015년 1조 9,368억 원으로 약 20년간 6배 이상 확대되었음

- 우리나라는 OECD 주요국 중 중소기업에 대한 정부의 R&D 보조금 지원비중이 높은 국가로서, 대규모 예산집행에 따른 정책 실효성 문제제기도 동시에 존재
  - **(절대 지원금액)** 한국의 중소기업 R&D 지원은 절대금액 기준으로 독일, 일본을 능가하며 OECD국가 중 미국에 이어 2위를 차지하고 있음
  - **(정부 R&D 보조금 비중)** 연구개발 자부담대비 정부지원 비중을 살펴보면 우리나라는 독일(1위)의 15.6%에 이어 2위(13.1%)로 중소기업에 대한 정부의 연구개발보조금 비중이 다른 OECD 주요국들에 비하여 매우 높은 것을 확인할 수 있음

1 행정안전부 국가기록원 〈분야-조달및물자관리-조달물자공급-중소기업 육성-중소기업기술혁신지원제도〉 http://www.archives.go.kr/next/search/listSubjectDescription.do?id=009930&pageFlag=

〈표 2〉 OECD 주요 5개국 기업 규모별 총 연구개발비 및 정부지원 비중

(단위 : 백만 달러(구매력지수 환율기준), %)

구 분	한국(2013년)		미국(2011년)		일본(2013년)		독일(2013년)		프랑스(2013년)	
1명~49명	6,033	15.1	21,842	9.4	1,135	4.3	2,448	22.2	4,292	11.5
	(914)		(2,066)		(49)		(544)		(492)	
50명~249명	5,955	11.1	21,996	6.9	4,620	2.1	4,230	11.8	4,881	5.3
	(99)		(499)		(261)		(662)		(1,515)	
중소기업 소계	11,988	13.1	43,838	8.1	5,755	2.6	6,678	15.6	9,173	8.2
	(1,576)		(3,581)		(148)		(1,043)		(753)	
250명 이상	41,442	3.3	250,255	11.1	117,776	1.0	62,235	2.0	28,331	8.1
	(1,384)		(27,730)		(1,162)		(1,272)		(2,281)	
전체기업 총계	53,430	5.5	294,092	10.8	123,531	1.0	68,914	3.4	37,503	8.1
	(2,961)		(31,630)		(1,310)		(2,316)		(3,035)	

※ 주 : 괄호 안의 값은 정부지원 R&D 비, 오른쪽 열은 총 R&D 비 대비 정부지원 비율
※ 출처 : OECD Stat 웹 페이지, 박찬수 외(2016) 인용, 이성호(2017) 재인용, 저자 재수정

- 1990년대 후반 디지털 경제시대를 맞이하며 IT분야 중소·벤처기업의 성장은 우리 경제의 새로운 활력소로 작용하였으며, 정부 R&D 지원 역시 이들 기업에 초점을 맞추기 시작하였음
  - IT 중소·벤처기업은 2000년대 초반 닷컴 열풍 이후 잠시 주춤하였다가, 최근 제4차 산업혁명 시대의 도래와 함께 다시 성장세를 보이고 있음
  - 이윤빈·유현지(2017)[2] 연구에 따르면 중소기업 R&D 지원금액을 분야별로 살펴보면 IT융합 신산업 창출 분야(1조 81억 원, 49.7%)가 국가전략개발 5대 분야 중 가장 큰 부분을 차지하고 있는 것으로 나타남

정부의 IT 중소·벤처기업 R&D 지원의 이론적 근거와 타당성

- 기술지식의 불완전한 전유성과 이로 인한 제3자의 무임승차 가능성
  - 기업의 R&D 활동으로 얻어지는 새로운 지식과 혁신은 그 전유성이 불완전하여 R&D 투자를 하는 당사자가 아닌 불특정 다수에게 그 R&D 투자의 결과인 지식이 어느 정도 흘러가게 되어 임의의 제3자까지 지식의 혜택을 향유하게 됨

2 KISTEP, K-브리프 2017년 제18호, "2016년 국가연구개발사업의 중소기업 부문 집행 현황"

- 결국 R&D는 양의 외부효과(Positive Externality)를 수반하고, 이 경우 R&D 투자라는 경제활동을 전적으로 민간에 맡겨 놓을 경우, 사회적으로 바람직한 수준보다 과소투자 되는 시장실패가 발생하고, 정부는 이를 각종 지원으로 진작할 당위성을 갖게 됨
- 지식의 무임승차로 인한 시장실패를 보완하기 위한 정책수단의 예 : 민간기업의 R&D 활동에 대한 세제지원, R&D 보조금 등

● 벤처기업과 투자자 사이의 정보비대칭(Information Asymmetry) 문제
- 벤처기업이 자본시장에서 자금조달이 어려운 이유 중 하나는 벤처기업과 투자자 간에 정보비대칭이 존재하기 때문으로, 벤처기업이 보유한 기술은 무형자산으로서 외부에서 그 시장가치를 정확하게 판단하기 어려움
- 이와 같이 정보비대칭이 존재하는 상황에서는 역선택(Adverse Selection)이 발생하여 역량 있는 기업들이 시장에서 퇴출하는 시장실패 직면
- 정보비대칭으로 인한 시장실패를 보완하기 위한 정책수단의 예: 벤처기업인증, 이노비즈기업인증, 기술보증, 신용보증 등

정부의 IT 중소 · 벤처기업 R&D 지원에 대한 문제제기와 주요쟁점

● 정부의 도움이 불필요 한 성숙기업 · 우량기업이 전력투구하여 지원사업을 수혜함으로써 경험이 부족한 성장 초기기업의 기회를 빼앗아 가는 것은 아닌지 검토 필요

● 정부의 R&D 지원예산을 보조금으로 연명하는 한계기업에 지원하여 좀비기업을 양산하고, 나아가 IT산업 전반의 생산성을 약화 시키지는 않는지 검토 필요

● 정부의 중소 · 벤처기업 R&D 지원을 둘러싼 주요 쟁점
- **(쟁점1 : 유인(誘引)효과 對 구축(驅逐)효과 논쟁)** 정부의 R&D 지원이 새로운 지식이 갖는 양의 외부효과로 인해 R&D 투자를 주저하는 기업들의 R&D 활동을 독려하는 마중물 역할을 하는지, 아니면 정부지원이 없어도 기업 자체 예산으로 수행했을 R&D 과제를 단순 대체하는 데 활용되는 것인지에 관한 논쟁
- **(쟁점2 : 기술역량 제고효과)** 정부의 R&D 지원을 통해 새로운 기술지식이 활발하게 창출되고 기업들의 기술력이 향상 되었는가에 관한 논쟁으로 연구개발 프로젝트의 성공률, 새로운 특허의 출원 건 수 등을 통해 간접적으로 살펴볼 수 있음
- **(쟁점3 : 경제적 성과)** 정부의 지원을 받은 R&D 과제들이 기술개발 성공을 뛰어넘어 사업화 성과로 이어졌는지, 나아가 수혜를 받은 기업들의 매출액, 영업이익과 같은 경제지표에서 긍정효과가 나타났는지에 관한 논쟁

1 유인효과 VS 구축효과

- 정부지원이 자체 R&D 투자를 촉진하는 마중물 역할을 수행하는가?
- 정부지원이 없이도 기업이 자체 수행했을 사적 수익이 높은 연구사업들에 보조금이 활용됨으로써 기업의 투자를 대체하는가?
- 최양희·김양민(2016) : 국내 5,800개의 기업을 대상으로 분석한 결화 정부보조금과 민간보조금 사이에 역U자형 관계를 발견

2 기술역량 제고

- 정부지원이 역량 있는 잠재기업들로 하여금 특허출원과 같은 기술역량 증대에 도움이 되었는가?
- 정성·정량 자료를 활용한 다수의 연구들에서 R&D 보조금 지급이 특허출원 건수 증가에 유의한 영향 : 박문수·이호영(2012), 최석준(2013)
- 정부의 R&D 투입비용 10억 원 당 특허출원 건수 1.49개로 미국, 일본에 비해 월등히 높은 수준 : 한국지식재산전략원(2016)

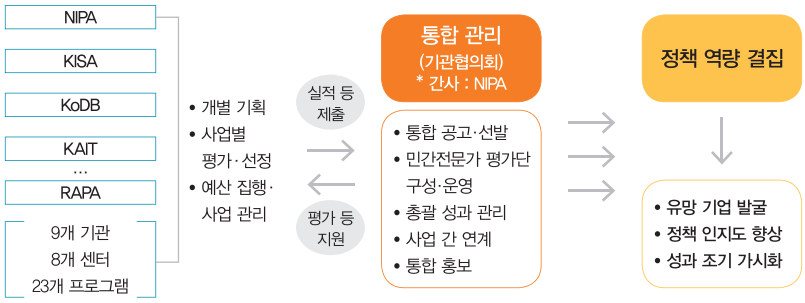
3 경제적 성과

- 정부지원이 특허 수와 같은 기술적, 양적 성장뿐만 아니라 경제적, 질적 성장에도 기여하였는가?
- 양현봉(2017) : 정부가 지원한 중소기업 기술개발 성공률이 96%인데 반해, 사업화 성공률은 48% 수준
- 국내연구의 경우 분석모형과 종속변수의 설정에 따라 경제적 성과는 상반되는 결과를 보이고 있음

〈그림 1〉 정부의 중소벤처기업 R&D 지원 효과관련 주요쟁점 사항

IT분야에서 정부 R&D 지원사업 효과제고를 위한 노력

- IT분야 창업·벤처 정책의 통합과 연계를 위하여 분산된 지원역량을 K-Global이라는 단일 브랜드에 결집하고 사업의 통합적 운영을 시도함으로써 정책성과 향상을 도모함
  - 2015년 우리 정부는 글로벌 시장을 지향하는 잠재력 높은 ICT 우수기업을 육성하기 위해 향후 3년간 세계 시장에 도전하는 1천 개 벤처를 육성(연간 300개)하고 사업별 연계·통합 운영되는 「K-Global 프로젝트」 추진[3]



〈그림 2〉 IT분야 창업 · 벤처 통합관리 체계도

※ 출처 : 미래창조과학부(2015)

3 미래창조과학부(2015), "글로벌 ICT 벤처 육성을 위한 ICT 분야 창업·벤처 정책 통합·연계방안"

- K-Global 프로젝트는 투자유치, 매출액, 임직원 수, 특허출원 수 등의 성과측면에서 살펴보았을 때 IT창업·벤처기업의 양적·질적 성장에 기여하였음[4]
  - **(투자유치)** 2017년 평가결과에 따르면 K-Global 지원기업들이 2016년 한 해 동안 1,176억 원의 투자유치에 성공하였으며, 해당기업들의 2015년 실적인 697억 원과 비교하였을 때 68.7% 증가한 것으로 나타남
  - **(매출액)** 2016년 한 해 매출은 2,292억 원으로 2015년 매출인 1,347억 원과 비교하였을 때 70.1% 증가한 것으로 나타남
  - **(종업원 수)** 2016년 말 누적 임직원수는 3,755명으로, 동일기업의 2015년 말 누적 임직원수인 2,494명과 비교할 때 50.6% 증가한 것으로 나타남
  - **(특허출원 건수)** 2016년 누적 특허출원 건수는 1,986건으로, 동일 기업의 2015년 누적 특허출원 건수인 808건과 비교할 때 145.7%로 크게 증가한 것으로 나타남

시사점

- 중소·벤처기업 지원정책 전반의 효과제고를 위한 노력 필요
  - 정부의 중소기업 직접 R&D 보조금이 연 3조 원(OECD 2위 규모)에 육박하는가 하면, 벤처 생태계 활성화를 위해 벤처인증, 이노비즈인증, 기술보증, 혁신클러스터 등 다양한 간접지원정책이 시행되는 가운데, 정부의 정책목표를 효과적으로 달성할 수 있는 정책수단과 집행방식에 대한 고민과 연구가 필요함
  - 뿐만 아니라, 다양한 중소벤처기업 지원정책이 혼재되어 시장에서 집행되고 있기 때문에, 이들 간의 시너지, 충돌 상황을 고려하여 정책의 통합과 연계를 추진해야 함

- IT분야 중소·벤처기업 성장 및 시장성과 창출을 위한 정부 R&D 지원정책의 방향
  - IT융합 분야는 전체 중소기업 R&D 지원에서 가장 큰 부문(2017년 기준 49.7%)을 차지하는 산업분야로서 IT기업의 성과가 전체 벤처정책의 성과를 견인한다고 할 수 있음
  - IT벤처 활성화의 궁극적인 목표가 무엇인가(고용창출, 부가가치 창출 등)를 상기시켜 볼 때, 단순히 기술력 향상에 그치는 것이 아니라 시장에서 부가가치를 창출할 수 있는 기업들에 대한 지원이 이루어져야 하며, 이를 위해서는 선정체계 또한 과학화가 이루어져야 함

4 미래창조과학부(2017), "2016년도 「K-Global 프로젝트」 지원기업 성과발표"

세계의 공장에서 혁신의 성지로, 중국 심천

From Factories around the World to the Land of Innovation, Shenzhen in China

- 짝퉁 공장이라 불리던 심천은 최근 혁신제조의 선두주자이자 강력한 스타트업 네트워크를 갖춘 창업자의 성지로 새롭게 도약 중
- 정부는 인재확보와 지식흡수를 위해 유수 대학의 유치, 스타트업 간 네트워크와 시너지를 창출하는 역할을 함
- 심천은 초기 저사양 제품을 빠르게 시장에 출시시키는 제조기반 역할을 하며 기업은 기술을 지속적으로 고도화해 나가며 혁신을 창출

- Shenzhen, formerly known as a 'fake factory', is becoming a leading innovator in recent years, by making a strong start-up network.
- The government plays a role to attract talents and to absorb knowledge by attracting top-notch universities and to create synergy with networks between start-ups
- Firms commercialize low-end products to open up the market in the early stage, however, in the later stage, firms develop the advanced technologies to create innovation.

박강민
연구원
PARK, Gang Min
Researcher, SPRi
gangmin.park@spri.kr

중국판 한강의 기적으로 불리는 심천은 최근 혁신적 제조기업과 스타트업의 등장으로 급격한 성장 중

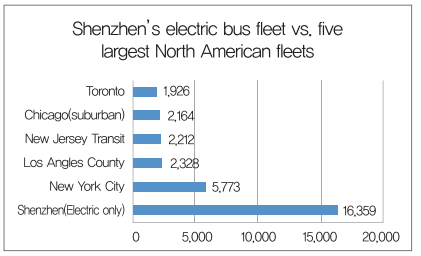
- 1980년 중국 최초의 경제특구로 지정된 심천시는 1979년 1억 9,000만 위안이었던 GDP가 2017년 2조 2,000억 위안으로 약 1만 배 이상 성장해 중국판 한강의 기적으로 불리고 있음

- 심천에서의 하루가 실리콘 밸리의 일주일이라는 말이 있을 정도로 심천 소재 스타트업의 제품화와 벤처투자 유치 속도가 빠름
  - 심천시에는 글로벌 엑셀레이터는 물론 국가·성급 엑셀러레이터가 약 150개 위치하였으며, 5년 연속 중국 도시별 창업환경 1위(칭화대학, 2015년)로 창업과 투자가 활성화되고 있음[1]
  - 스타트업 설립을 위한 행정절차를 간소화하였으며, 4시간 만에 사업자등록이 완료된 경우도 존재[2]

- 수백 개의 디자인 아웃소싱 기업이 있고, 일주일 내 프로토타입을 만들 수 있는 소규모 공장이 있어 제조 스타트업의 성장이 두드러지며, 최근에는 인공지능, 빅데이터 등 SW 기술 기반 스타트업의 성장도 두드러짐

심천은 저품질, 저가격 제품을 OEM방식으로 생산하던 세계의 공장에서 새로운 제품 종류를 만들어 내는 혁신 제조의 선두주자로 변화

- 휴대폰 케이스, 베터리를 생산하는 OEM 기업이었던 BYD는 세계 1위 전기차 기업으로 변화
  - 이 과정에서, 심천시의 풍부한 제조 기반과 더불어 심천시 정책을 통해 시내버스 100%를 전기차로 교체하면서 BYD를 직·간접적으로 지원[3]



〈그림 1〉 심천시내 전기버스(좌) 선전시내와 해외 주요 도시의 전기버스 대수 비교(우)

※ 출처 : CleanTechnica(2018.1.1.)

1 대외경제정책연구원 (2015.7.28.) 중국 주요지역의 ICT 창업환경 분석
2 이코노미조선(2017.12.30.) 하웨이, 텐센트 탄생, 중 경제 새 심장 심천
3 South China Morning Post(2017.11.10.) Shenzhen set to have world's first all-electric public bus fleet

- 대학 기숙사에서 창업한 DJI는 심천의 풍부한 제조 기반을 바탕으로 단순한 드론 부품 제조에서 시작하여 핵심기술의 지속적인 고도화를 통해 전문가 시장에서도 성공
  - 단순 부품 제작에서 진화하여 비행 안정성을 결정짓는 FC(Flight Controller)의 핵심 기술을 개발했으며, 전 세계 일반 상업용 드론의 표준기술은 대부분 DJI가 채택하거나 개발한 기술로 드론 관련 특허를 가장 많이 보유

〈그림 2〉 DJI 초기 제품 F220(좌), 전문가용 제품 M200(2017년 초 출시, 우)

※ 출처 : DJI 홈페이지

- 디스플레이 제조기업 CSOT는 초기 저사양·저가격 제품을 생산했으나, 최근 350억 위안(약 6조 원) 규모의 투자를 유치하고 유기발광다이오드(OLED) 생산계획을 통해 본격적인 기술추격에 돌입
  - CSOT는 심천시와 중국 가전기기 제조기업 TCL의 합작회사로, 초기 정부 자금 지원을 통해 설립되었으나, 이후 민간 기업이 인수
  - 중국의 인건비가 상승하면서 CSOT는 지능제조(스마트팩토리) 도입을 통해 경쟁력 하락에 대비 중

심천 소재의 스타트업은 심천의 창업네트워크를 통해 보육되고, 투자를 유치하면서 기술을 고도화해나가며 빠르게 상업화

- UBTECH Robotics는 심천의 지식 네트워크인 칭화대 연구소(RITS, Research Institute of Tsinghua University in Shenzen)를 통해 설립된 로봇제조 기업으로 설립 5년 만에 유니콘 기업으로 성장
  - UBTech는 로봇에 활용되는 서보, 인공지능, 자연어처리 등 다양한 분야에 기술을 개발하고 있으며, 최근에는 인공지능과 로봇 기술을 결합하기 위해 노력 중

- Malong Technologies는 2014년에 설립된 AI 스타트업으로 실리콘 밸리와 심천에서 공동 창업한 '캘리차이나[4]'의 대표 기업으로, 직원의 1/3이 칭화대 출신
  - AI 이미지 인식 분야의 권위적 대회인 이미지넷(Imagenet) 수상경력이 있으며, 이 수상 경력을 통해 투자 자금 확보와, 인재를 채용

〈그림 3〉 UBTech의 로봇(좌), Malong Technologies의 인공지능 제품인식 서비스(우)

※ 출처 : 각사 홈페이지

심천의 풍부한 IT인프라는 중국 특색에 맞는 비즈니스 기회를 제공하고 있으며, 정부는 기업 간의 연계를 통해 시너지 효과 창출

- 심천에서는 차량공유 서비스 기업 40여 개 기업이 약 4만 대 이상의 차량을 공유하고 있으며 정부의 전기차 육성지원 정책에 따라 95% 이상이 전기차로[5] 차량공유 기업과 전기차 제조기업의 시너지 효과를 발휘 중
  - 심천은 BYD가 소재한 곳으로 전기차 육성을 위해 각종 우대정책을 시행하고 있고, 2017년 기준 322만 대 중 2.5%가 전기차이며, 2020년까지 3~5% 수준으로 확대를 목표로 함

- To8to는 인테리어 플랫폼으로 입주자가 직접 인테리어 하는 중국 주택 시장의 특성에 맞는 비즈니스 모델을 개발
  - 인테리어 시공을 원하는 수요자와 실내 장식업체, 디자이너 및 건설자재 업체를 연결해 주며 시공과정을 온라인에서 확인하는 서비스를 제공
  - To8to는 오포(Ofo) 등 다양한 중국 스타트업에 투자하여 성공시킨 벤처캐피털인 매트릭스 파트너스(Matrix Patners)와 세콰이어 캐피탈(Sequoia Capital)이 투자

4 캘리포니아(California)와 차이나(China)의 합성어, 실리콘 밸리의 아이디어가 선전에서 상용화 된다는 의미
5 아주경제(2017.7.15.) '비야디 도시' 중국 선전 "차량공유는 순수전기차만…"

〈그림 4〉 To8to 서비스 화면

※ 출처 : 각사 홈페이지

시사점

- 심천시는 풍부한 스타트업 네트워크와 지식 기반, 정부의 적극적인 시장 창출 노력을 통해 성과를 내고 있음
  - 심천시는 1990년대 후반 산업구조의 전환을 위해 인재유치와 지식 흡수에 다양한 노력을 기울여 왔으며, 스타트업 창업을 위한 인재풀을 갖춤
  - 심천시는 베이징대, 칭화대, 하얼빈 공대와 공동으로 2002년 대학촌(University Town)을 건설하여 최상위 대학의 분교를 유치

- 심천의 스타트업은 저품질·저가격 제품의 빠른 상용화를 통해 시장에 진입한 후 대규모의 생산과 서비스를 진행하면서 기술 혁신을 이뤄내고 있음
  - BYD, DJI, CSOT 등 제조기업은 초기 OEM이나 일부 부품 제조에 그쳤지만 점차 혁신적인 제품을 생산

공인인증과 전자서명의 미래

– 카카오뱅크의 혁신과 은행권 블록체인 도입을 중심으로

The Future of the Accredited Certificate and Electronic Signature

강송희
선임연구원
KANG, Song Hee
Senior Researcher, SPRi
dellabee@spri.kr

유호석
선임연구원
YOO, Ho Seok
Senior Researcher, SPRi

김준연
책임연구원
KIM, Jun Youn
Principal Researcher, SPRi

Executive Summary

2014년 당시, 대통령의 '천송이 코트' 언급으로 촉발된 공인인증서 논란은 언론의 조명을 받으며 사회적 현안이 되었고, 결국 공인인증서의 의무 사용은 폐지되었다. 이제 전자상거래와 인터넷뱅킹 등의 영역에서 공인인증서가 사용되는 것은 시장의 선택에 따른 것이고, 지금이 바로 공인인증서의 진가를 검증할 수 있는 시점이다.

공인인증서와 관련한 제도 변화에 대한 우리의 경험은 독특하다. 먼저 정부가 신기술의 등장 초기에 특정 기술을 선정해서 육성하고, 민간에서 역량이 축적되고 사회경제적 여건이 성숙되자 생체인증과 블록체인 등 또 다른 신기술을 활용한 다양한 인증방식을 인정하면서 기술 중립적 환경으로 회귀한 것이다. 이 보고서는 공인인증서의 도입과 의무화 폐지, 그리고 다양한 인증 방식 간에 상호 경쟁하는 과정을 참여자간 전략선택의 게임이론을 활용하여 분석했다.

분석의 결과, 첫째, 공인인증서는 도입기에 금융거래를 안전하게 보호하고 전반적인 인증 수준을 높였으며, 최근에는 공인인증서 의무화가 폐지되어 인터넷 전문은행 등에서 간편 인증이 출현하고 공인인증에 신기술이 도입되는 긍정적 효과가

있었음을 밝혔다. 둘째, 금융 영역에서 인증과 전자서명 방식의 혁신이 늦어졌다는 논란에 대해, 일반적으로 보안인식이 낮은 사용자들에게 태생적으로 관리 책임이 일부 존재하여, 금융기관들이 공인인증서 의무화 제도를 최소한의 보안 기준으로 삼아 금융 사고가 발생했을 때 책임을 회피하는 근거로 활용할 수 있었으며, 새로운 인증 방식을 도입할 인센티브가 부재했음을 밝혔다.

신기술의 사회적 보급을 활성화하는 차원에서 정부의 제도적 개입은 가능하다. 그러나 이 사례가 시사하는 바는 새로운 대안기술의 혁신이 빈번하게 발생하는 영역에서 자칫 추가적인 혁신을 저해하지 않게 하기 위해서는 민간에 역량이 축적되었을 때 시장 자율의 환경을 조성하도록 탄력적으로 제도를 운영할 필요도 있다는 것이다.

The controversy over the accredited certificate triggered by the President's 'Chunsongyi Coat' in 2014 became a social issue under the light of the media and eventually led to the abolition of the mandatory use of the accredited certificate. Now, the use of the accredited certificate in the fields of e-commerce and Internet banking is in accordance with the market choice. Now is the time to verify the true worth of the accredited certificate.

Our experience with institutional changes related to the accredited certificate is unique. First, the government selected and fostered specific technologies at the beginning of the new technology adoption period. After firms accumulated competencies in the private sector and socioeconomic conditions matured, the government created a technology-neutral environment in turn. This report analyzes the dynamic changes in social consensus and competition of the whole process by using the game theory.

First, in the introduction phase of the accredited certificate, the financial transaction has been safely protected and the level of overall authentication technology has raised. In recent years, the abolition of the mandatory use of the accredited certificate has a positive effect such that the simple authentication method of the Internet bank has appeared and the new technologies(i.e. Blockchain) have been adopted into the accredited certificate. Second, the argument that the innovation of the authentication and digital signature system in the finance sector has been delayed is based on the assumption that the financial institutions interpreted the term of mandatory use of the accredited certificate as the minimum security standard. And also, we analyzed that there was no incentive for them to adopt new technologies.

This case suggests that the government is able to play a prime role in facilitating the introduction of a new technology. However, in order to foster further innovations in the area where innovation of new alternative technologies occurs frequently, it is also necessary to operate a flexible legal system such as a temporary policy after private firms accumulated capabilities.

Ⅰ. 연구배경

■ 2006년 이후 보안 취약점 등의 문제로 인해 공인인증서를 구현하기 위해 사용한 플러그인(Active-X) 방식의 폐지 및 대체 논란이 증대됨

- 종이문서 인감도장과 유사하게 전자문서의 본인확인·원본여부를 공증하기 위해 개발된 공인인증서의 '전자서명' 기능이 인터넷의 확산으로 온라인 행정·금융·상거래에까지 광범위하게 활용됨
  - 전자서명법상 '전자서명생성정보를 가입자가 지배·관리해야 한다'라는 요건을 충족하기 위해 사용자가 직접 공인인증서를 발급하고 관리함

- 공인인증서의 전자서명 기능을 구현할 때 필요한 인증서 관리와 보안문제를 해결하고자 채택한 플러그인 방식(Active-X)은 1996년에 등장한 기술로 제작사인 마이크로소프트사조차 보안 취약성을 이유로 사용하지 않을 것을 2006년에 권고함

〈표 1〉 공인인증의 제도적, 기술적 구분

구분	(제도) 공인인증서	(기술) Active-X 플러그인
범위	국내 금융거래, 전자상거래, 전자 정부 서비스 등	MS Windows OS를 채택한 모든 기기
유래	1999년 전자서명법	1996년 Internet Explorer 3에서 지원
문제점	이용 불편, 이용자 보안 위험 관리 책임 부담	보안위험, 비표준 기술로 주요 기업 미지원, 국내 인터넷 환경 갈라파고스 현상 유발
현황	공인인증서 '의무' 사용 폐지	MS사, 2006년 비스타 이후 Active-X 미사용 권고 MS사, 윈도우10 엣지브라우저 Active-X 미지원

■ 2014년 3월, 박근혜 前 대통령은 규제개혁 장관회의 및 민관합동 규제개혁 점검회의에서 "공인인증서와 Active-X 때문에 외국인이 '천송이 코트'를 살 수 없다"고 지적함

■ 2017년 3월, 문재인 대통령은 ICT 현장 리더 간담회에서 "불필요한 인증절차를 과감하게 없애고 다양한 인증방식이 시장에서 차별 없이 경쟁할 수 있도록 하겠다"고 공인인증서와 Active-X 폐지를 공약함

■ **(찬·반 의견)** 공인인증서 대체가 어려우므로 유지하자는 찬성 의견과, 사용자 불편과 기술 혁신 저하를 이유로 폐지하자는 의견이 있었음

〈표 2〉 공인인증서 찬·반 의견

구분	공인인증서 찬성[1]	공인인증서 반대[2]
이유	• 국제표준 PKI(공개키)방식의 전자서명을 지원하는 수단은 당시로서는 공인인증서 뿐이었음	• 계약이 번거롭고 국내 보안시장 경쟁력도 훼손 • 공인인증만 효력을 인정하는 경우 유엔국제상거래법위원회(UNCITRAL) 전자계약협약 제9조[3]에 위배
대안	• Active-X없는 공인인증서 확산 • PKI(공인인증서) 기반 보안토큰 활성화와 지문·홍채인식 등 간편결제 강화	• 자율인증이 경쟁하면 오히려 더 안전

Ⅱ. 국내 공인인증서의 역사와 국제 비교

■ **(공인인증서의 정의)** 온라인 거래 시, 법적으로 '공인'된 인증으로 어떤 문서에 가입자가 직접 서명했으며, 서명한 이후 위·변조되지 않았음을 증명하는 전자 정보

● **(공인인증서의 사용)** 본인확인과 전자서명 기능을 위해 플러그인(Active-X) 방식으로 구현[4]되었으며, 공공과 민간부문 모두 사용 중

* 공인인증서는 일종의 인터넷 인감 증명서로서 신뢰할 수 있는 제3자(인증기관)가 거래 당사자들의 신원을 확인해주기 때문에 안전한 거래뿐 아니라 거래 당사자가 계약 내용을 부인하는 것도 방지

* 인터넷진흥원(KISA)을 최상위인증기관(Root Certificate Authority)으로 5개 기관이 발급(정보인증, 코스콤, 금융결제원, 한국전자인증, 한국무역정보통신)

① **(적용기술)** 보안성을 높이기 위해 PKI(Public Key Infrastructure)[5] 기술에 기초를 두었으나, 전자서명 기능을 플러그인(Active-X)로 구현하면서 특정 웹브라우저에서만 작동하여 호환성 없는 비표준 기술이 됨

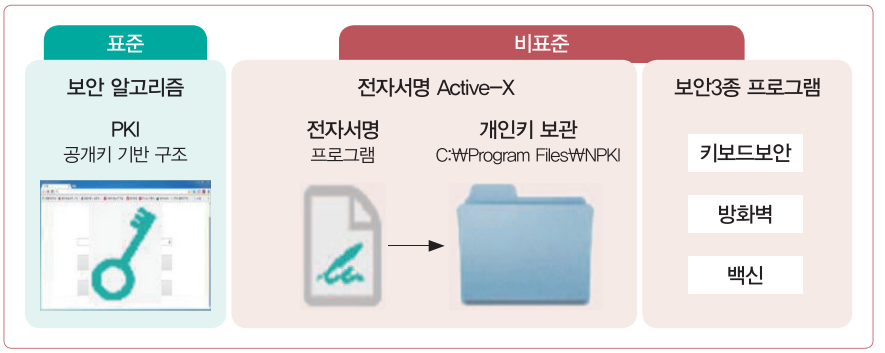
1 출처 : 인터넷진흥원 매일경제 기고 2015.4.5 '공인인증 기술력이 핀테크의 핵심'
키뉴스 인터뷰 기사 2017.4.12 '블록체인, 공인인증서 대체논란 가열'

2 출처 : 공인인증서 문제해결을 위한 이용자 모임 주최 국회정책 토론회

3 국제적으로는 서명방법이 여러 정황에 비추어 신뢰할 수 있는 경우 서명 요건을 충족한 것으로 간주(정진명, "UNCITRAL 전자계약협약의 국내법에의 수용" p70-71 참조)

4 2014년 이후 Active-X 없는 공인인증서가 개발되었으나, 아직 대부분 사용자가 Active-X 인증서를 사용 중

5 public key infrastructure : 암호화 내용을 아무나 열어볼 수 없도록 공개키와 개인키로 나누어 해독하는 암·복호화 알고리즘



〈그림 1〉 공인인증서 관련 비표준 Active-X 기술

* 전자서명을 Internet Explorer에서만 작동하는 Active-X로 구현하고, 개인키를 브라우저가 아닌 이미 알려진 PC 특정폴더에 저장하며, 공인인증서 암호입력 등을 보호하기 위해 보안3종 Active-X를 추가설치

② **(기능구성)** 공인인증서는 법적으로 온라인 서비스의 전자서명과 본인확인의 두 가지 기능으로 구성됨

* (전자서명) 자필서명과 동일한 기능을 수행하는 전자적 수단

* (본인확인) 온라인 서비스의 거래 당사자의 명의와 실제 사용자가 일치하는지 확인하는 기능으로써 11개 본인확인 기관에 5개 공인인증기관이 포함

〈표 3〉 인증 기능별 담당 기관

인증기능		인증방식	담당 기관
	전자서명	공인인증서	금융결제원, 한국정보인증, 한국전자인증, 코스콤, 한국무역정보통신(5개)
본인확인		아이핀	서울신용평가정보, 나이스평가정보, 코리아크레딧뷰로(3개)
		휴대전화	SK텔레콤, KT, LG유플러스(3개)
		신용카드	KB국민카드, 신한카드, 하나카드, 현대카드, 삼성카드, 롯데카드, BC카드, 한국NFC(시범사업자, 2017.7월)

■ 공인인증서의 도입과 확산

- **(공인인증서의 도입)** 온라인 거래의 안전성·신뢰성을 확보하기 위해 1999년 2월 국내 전자서명법을 제정하고, 국제적으로는 유엔국제상거래법위원회(UNCITRAL)가 2001년 '전자서명모델법'을 채택 후 인증기술의 중립성 원칙을 수용하여 국내 전자서명법을 개정함

- **(공인인증서의 확산)** 「공인인증서 활성화 TF」에서 공인인증서 확대에 따른 문제 및 대응방안을 검토하고(2002.5.~6.), 부처 간 협의 후 금융분야 사용 확대 방안을 발표함(2002.7.)

〈표 4〉 도입초기 공인인증서 발급 건수 추이

(단위 : 천 건)

연도	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
발급건수	27	1,502	4,934	7,824	9,498	11,000	14,375	17,155

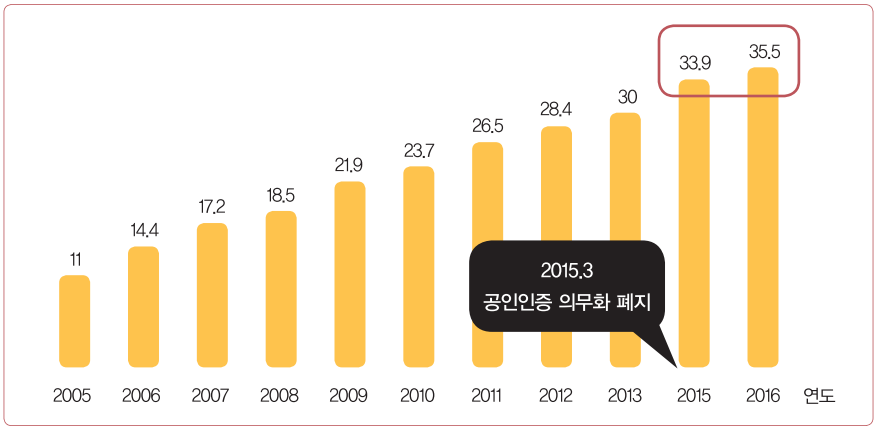
※ 출처 : 정통부(2007), 국가정보보호백서
※ 은행, 비은행의 인터넷뱅킹은 2002.9.1.부터 공인인증서를 발급
※ 증권, 보험은 2003.1월부터 공인인증서를 사용해옴

〈표 5〉 공인인증서 추진 경과

시기	추진 내용
1999년 2월	전자서명법 시행
7월	한국인터넷진흥원, 최상위인증기관 전자서명인증관리센터 개설
2000년 2월	6개 공인인증기관 지정(한국정보인증, 코스콤, 한국정보사회진흥원(2008년 지정 종료), 금융결제원, 한국전자인증, 한국무역정보통신)
2002년 9월	금융위, 인터넷뱅킹 공인인증서 사용 의무화
2003년 1월	금융위, 증권거래 공인인증서 사용 의무화
6월	(옛) 정통부, 모든 전자거래에서 사용가능한 범용 공인인증서 발급
2005년 11월	금융위, 전자상거래서 30만 원 이상 결제 시 공인인증서 사용 의무화
2014년 3월	대통령 주재 규제개혁 장관회의(해외소비자가 불편 없이 국내 온라인 쇼핑몰 이용)
8월	금융위, 전자상거래서 30만 원 이상 결제 시 공인인증서 의무사용 폐지 미래부, 웹표준방식 활용한 공인인증서 발급 및 이용기술 개발
2015년 3월	금융위, 인터넷뱅킹 공인인증서 의무사용 폐지(전자금융감독규정)
2016년 2월	액티브엑스 없는 간편 웹 표준 공인인증서 기술 발표
12월	KB국민 신한 씨티은행 등 총 14개 사이트에 간편 공인인증서 기술 적용

※ 출처 : 머니투데이(2017.3.11.)

- **(사용자 증가 지속)** 의무화 폐지 후에도 공인인증서 발급 건수는 오히려 증가하여 누적 3천 500만 건을 상회하는 중



〈그림 2〉 연도별 공인인증서 발급 건수 추이(단위 : 백만 건)

※ 출처 : KISA(2017), 언론보도자료

■ 공인인증제도 국제 비교

- **(행정용도 사례)** 정부·공공 행정 서비스 용도로 공인인증서를 활용하는 주요국은 생체 인식 등 국내 공인인증서와 다른 방식으로 개발된 인증을 사용 중

〈표 6〉 주요국의 행정용 공인인증

국가		공인인증 용도	비고
유럽	영국	전자여권[6], 지문 등 생체인식 거주 허가[7](2012)	전자여권 관련 기술적 명세와 표준(2006)[8], 생체 인식 거주 허가를 위한 기술적 명세와 표준 발표(2009)[9]
	벨기에	전자여권	
	그리스	전자여권, 행정 포털 접근용(2013)	
	리투아니아	전자여권, 전자거주허가증, 전자 운전 면허증 등 행정	
	오스트리아	온라인 세금신고, 전자주민증, 전자공증, 정부전자문서	
	핀란드	온라인 세금신고, 인구정보시스템	
	독일	전자정부, 소송서류 전송 등	
일본		전자민원, 상업등기	–
미국		행정업무 처리, 민원서비스	–
호주		전자세금조회, 전자 부동산 양도 증명, 의료서비스 등	–
대만		전자송장, 전자세금조회, 토지대장 발급	–
싱가포르		정부조달, 건설관련 전자문서, 법원 문서 제출 등	–
필리핀		전자정부, 행정 서비스	–

- **(금융거래 사례)** 인도 등 공인인증을 인터넷 은행에 활용하는 일부 국가들도 공인인증기관을 지정하지는 않으며, 기술적·관리적 요건을 만족하는 인증기관에 한시적인 면허를 발급함

〈표 7〉 주요국의 공인인증기관 지정 및 관리 여부

국가	인증기관 지정 여부	법적효력 및 업무범위
한국	공인인증기관 지정	공인인증기관이 인증한 전자서명에 전자서명 법상의 효력 부여
미국	규정 없음 * 초기 주법(州法)에서 허가제도를 규정하였으나 후발 주들은 등록제 등 완화된 제도 채택	모든 전자서명에 대해 법적 효력 인정 ※ 주법에서 제한

6 e-MTRD(Machine Readable Travel Document)

7 BRP(Biometric Residence Permits)

8 The EAC-PKI was developed under auspices of the EU to support free movement of citizens of the EU Schengen States. Commission Decision C(2006) 2909 of 28 06 2006 sets out the Technical Specifications on Standards for Security Features and Biometrics in Passports and Travel Documents issued by Member States.

9 European Regulations(EC) 1030/2002 and 380/2008 in relation to BRPs, therefore this Certificate Policy complies with Article 5.4.3 of the Technical Specifications on Standards for Security Features and Biometrics in Residence Permits issued by Member States, set out in Commission Decision C(2009) 3770 final of 20/05/2009. This requires participating Member States to publish a National CP based on the Common EU Certificate Policy. As a minimum, the National Policy must meet the standards of the Common EU Certificate Policy but MAY place further restrictions on the control and usage of certificates within that Member State

국가	인증기관 지정 여부	법적효력 및 업무범위
독일	인증기관 임의신고 * 법에서 정한 요건을 구비한 인증기관이 주무관청에 신고, 주무관청의 확인 후 확인 필증 수여	규정 없음 * 개정민법에서 공인전자서명의 서명으로써의 효력을 인정(독일민법 제126조A)
영국	인증기관에 관한 규정 없음 * 자율적 비영리기구인 tScheme에 의한 자발적인 승인시스템	전자서명, 전자서명의 발생, 통신방법, 서명에 사용된 절차 등을 증명하는 선언을 한 경우, 개인의 경우에도 전자서명이 인증됨
인도	기술·관리적 요건을 만족하는 인증기관에 한시적인 면허 발급	정보기술법(2000)에 따른 법적 효력을 인정하며 보안 수준별 3종류의 전자서명이 존재

※ 출처 : KISA(2002), 주요국가의 전자서명 인증제도 현황을 참조하여 수정

Ⅲ. 공인인증서 의무화 폐지

■ **(의무화 폐지)** 2015년 3월 공인인증서 의무사용 조항이 삭제되고 2017년 1월 금융사고 시 금융기관의 책임을 면해 주던 약관도 개정함

〈표 8〉 정부의 자율 인증 활성화 추진 경과

규정 개정 내용	시행일
전자금융감독규정 시행세칙 제 4조를 개정하여 전자상거래 지급결제에서 신용카드·직불카드 결제 또는 30만 원 미만의 온라인 계좌이체를 공인인증서 의무사용 대상에서 제외	2014년 5월
전자상거래 결제 간편화 방안 발표[10]	2014년 7월
매체 분리 원칙 폐지[11]	2015년 2월
보안프로그램(3종) 설치 의무[12] 폐지	2015년 2월
2015년 3월 18일 관련법상 공인인증서 의무사용 폐지	2015년 3월
인증방법평가위원회[13] 폐지	2015년 3월
국가기관 인증 정보보호제품 사용의무 폐지	2015년 3월
금감원 사전 보안성심의 의무 폐지	2015년 9월
정보통신망법 제 47조, 금융분야 ISMS인증 의무화 대상 제외	2016년 6월
금보원 금융회사 자체 보안성 심의 가이드 발간	2016년 7월
2017년 1월 전자금융거래 표준약관을 개정하여 전자금융거래에서 발생한 피해를 은행이 원칙적으로 책임지도록 함	2017년 1월

10 30만 원 이상 결제 시 대체 인증수단 도입 및 PG(Payment Gateway)사의 카드정보 저장 허용

11 전자금융감독규정 제34조, '매체 분리' 원칙은 금융 거래 매체와 같은 매체를 인증 수단으로 쓰면 안 된다는 것

12 금융사는 전자금융거래 보호 차원에서 이용자가 보안프로그램을 다운로드 받도록 해야 한다는 것

13 공인인증서 이외의 인증방법의 안전성을 평가하기 위한 위원회

〈표 9〉 의무화 폐지 전후의 공인인증과 사설인증의 효력 비교

구분	개정 전 전자서명법	개정 후 전자서명법
공인인증의 효력	• 자필서명과 동일한 효력(전자서명법 제3조)	좌동
사설인증의 효력	• 효력 없음	공인인증 외 전자서명은 당사자 간의 약정에 따른 서명, 서명날인 또는 기명날인으로써의 효력을 가짐
공인인증의 요건	• 전자서명 생성정보가 가입자에게 유일하게 관리 • 서명 당시 가입자가 전자서명 생성정보를 지배·관리 • 전자서명 후 해당 전자서명이 변경되었는지 확인 • 전자서명 한 전자문서가 변경되었는지 확인	좌동

■ 공인인증 의무화 폐지 결과 분석

게임이론을 활용해서 공인인증서 생태계 참여자들의
'인증수단 선택' 간 전략적인 균형상태로 설명

① 공인인증서 도입·확산기(2003년~2015년 3월)

– 공인인증서 의무화로 인해 기업(1)와 기업(2)가 모두 공인인증서를 채택하는 것이 가장 큰 이득을 얻을 수 있는 균형 상태(3,3)를 보이며 사설인증을 선택하면 투자조차 회수하기 어려움

〈표 10〉 공인인증서 도입시기의 게임 설정

구분		금융기업 2	
		사설	공인
금융기업 1	사설	(2, 2)	(1.7, 3)
	공인	(3, 1.7)	(3, 3)

※ (가정1) 보안 투자와 상관없는 영업활동으로 얻는 기업의 이득은 기업(1)과 (2) 모두 2로 초기 기대값은 동일하고, 기업이 사설인증을 도입하면 추가비용이 0.5만큼 소요되나, 기존 공인인증을 유지할 경우 추가비용은 없음

※ (가정2) 두 기업이 동일한 보안 전략을 선택하는 경우, 사설 인증의 경우 기업의 이득은 0.5, 공인 인증의 경우 기업의 이득은 1이며, 두 기업의 전략이 다를 때 사설인증을 선택한 기업이 0.3만큼의 추가 손실이 있음

② 공인인증서 의무화 폐지 이후(2015년 3월~현재)

– 의무가 아니기에 사설인증과 공인인증 중 어느 것을 선택하더라도 무방하므로, 공인인증서과 사설인증이 시장에서 경쟁할 수 있는 환경이 마련됨

〈표 11〉 공인인증서 의무화 폐지 이후의 게임 설정

구분		금융기업 2	
		사설	공인
금융기업 1	사설	(3, 3)	(3, 3)
	공인	(3, 3)	(3, 3)

※ (가정1) 보안투자와 상관없는 영업활동으로 얻는 기업의 이윤은 2로 동일하고, 기업이 사설인증을 도입하면 추가비용이 0.5만큼 소요되나, 기존 공인인증을 유지할 경우 추가비용은 없음

※ (가정2) 사설인증의 경우 편의성이 제고되어 사용자의 유입이 더 많고, 따라서 사설인증을 선택한 기업의 이득은 1.5, 공인 인증을 선택한 기업의 이득은 1이지만, 사설 인증을 선택한 기업과 공인 인증을 선택한 기업이 경쟁할 때 사설인증으로 인한 추가 이득은 특별히 없는 상태

Ⅳ. 새로운 사설인증의 출현 : 카카오 뱅크 사례

■ 카카오뱅크의 출현

- 카카오뱅크는 케이뱅크에 이은 국내 두 번째 인터넷 전문은행*으로, 모바일 비대면 영업을 통한 낮은 금리와 간소한 메뉴·인증이 특징임

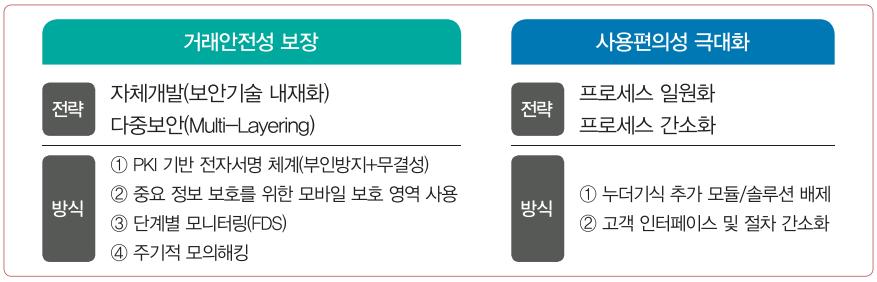
* 인터넷 전문은행은 계좌개설이 쉽고 대출 금리가 낮아 소액 위주의 금융거래에 특화되어 있으며, 중신용자에게 적합한 신용대출을 제공하고 언제나 거래가 가능

- 2017년 7월 27일 서비스 개시 이후 영업 5일 만에 100만 계좌를 넘어섰고, 한 달 동안 300만 계좌가 개설되는 등 금융시장에 활력이 됨

* 시중은행의 반년 실적은 10만 계좌 개설 수준(이코노뉴스, 2017.9.15.)

■ 카카오뱅크의 인증 전략

- 카카오뱅크는 거래안전성과 사용편의성을 보장하기 위해 일원화된 기술구조로 직접 개발하고 다중 보안전략을 적용하여, 단순하면서도 보안성이 뛰어난 간편 인증 수단을 제공함



〈그림 3〉 카카오뱅크 인증 전략

* 일원화된 기술구조 : 자사의 모바일 앱 기반으로 백신, 키보드 보안, 방화벽 등 타사의 보안모듈을 추가로 설치할 필요 없음

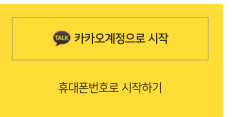
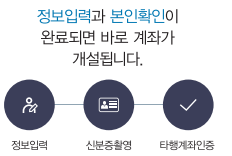
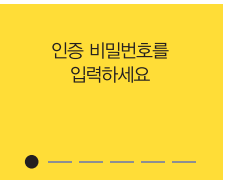
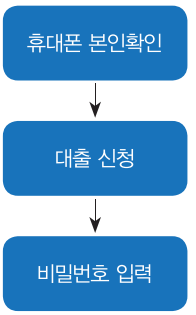
* 다중보안(Multi-Layering) : 거래의 준비부터 완료까지 모든 과정에서 각 단계별로 필요한 보안기술·방식·솔루션들을 적용함으로써 중첩된 보안 체계가 전체적인 거래 안정성을 유지

〈표 12〉 카카오뱅크 다중보안의 특성

구분	카카오뱅크 다중보안	일반은행 다중보안
개념	거래 안전성을 보장하기 위해 보호 장치를 계층화하고, 각 단계별 보안 요소를 정의하여 해당 단계 요건을 충족 시에만 다음 단계로 진행할 수 있음	
프로세스	이전 단계 보안 절차의 반복이 없음	다중보안 요소를 충족시키기 위한 다양한 조합이 있으며 고객의 반복 입력이 잦음 (예 : 공인인증으로 로그인한 경우 이체 등의 거래 시에 다시 공인인증 비밀번호 입력)

- 서비스 가입으로 전자서명 환경 설정을 완료하고, 1인 1 휴대폰 정책 하에서 매체(기기) → 로그인 → 거래인증(인증비밀번호, 본인확인, 추가 인증수단 등)의 순서로 서비스를 이용함

〈표 13〉 간편하면서도 다중보호된 인증절차

용도		인증방식 설명	예시
서비스 가입	회원가입	① 휴대번호로 본인확인 ② 카카오계정이 있는 경우 약관동의로 바로 회원가입	
	계좌개설	① 휴대폰 본인인증, 거래목적 및 자금 출처 등 ② 정보입력 ③ 신분증 촬영 ④ 타행계좌인증의 과정을 거침	
서비스 이용	로그인	① 패턴(기본인증수단) ② 지문	
	이체	① 카카오톡이나 계좌번호 입력 ② 인증 비밀번호 입력 후 완료	
	대출	① 비상금 대출 : 약관·약정서에 동의 → 주민번호 입력(실명인증) → 완료(60초 이내) ② 마이너스·신용 대출 : 공인인증으로 관련 서류제출 대행	

■ 공인인증은 아니지만, 정부가 요구하는 비대면 실명확인 요건을 충족함

- 금융위원회 비대면 실명확인 요건의 필수·권고 사항을 모두 구현함

* 아래 표에서 카카오 채택 사항을 굵은 테두리로 하이라이트

〈표 14〉 국내 허용 비대면 실명확인 요건 충족여부

필수여부	분류	설명
필수사항 (택2)	실명확인증표 사본 제출	사진촬영·스캔 후 신분증진위확인 서비스를 이용하여 확인
	영상통화	고객과 영상통화를 실시하여 신분증표 사진과 대조
	접근매체 전달시 확인	현금카드, 보안카드, OTP 등 접근매체 전달 시 실명확인 수행
	기존계좌 활용	기존 금융거래에서 사용하던 계좌를 이용, 소액을 이체하도록 해서 실명확인 수행
	기타 이에 준하는 방법	지문인식, 정맥인증 등 생체인증처럼 필수 인증기술에 준하는 신뢰도 확보가 가능한 인증기술 적용
권고사항	다수의 개인정보 검증	고객이 제공하는 개인정보와 신용정보사가 보유한 정보를 대조하여 실명확인 수행
	타기관 확인결과 활용	공인인증서, 핸드폰, 아이핀 등 타 인증기관에서 신분 확인 후 발급된 결과 활용

※ 출처 : 금융위원회, 계좌 개설시 실명확인 방식 합리화 방안

■ 이체 거래 시 카카오뱅크 사설인증을 일반은행 공인인증 방식과 비교하면, 모바일 환경에 집중, 간소한 단계로 편의성을 높임

〈표 15〉 카카오 사설인증의 다중보호 기술을 이용한 편의성

특성	카카오뱅크 사설인증 적용방식	일반은행 공인인증 적용방식
편의성	2단계 ① 로그인 인증(지문, 패턴) ② 인증비밀번호 (단, 이상거래로 의심되는 경우 ARS를 통한 추가인증, 고액거래의 경우 OTP 입력이 요구됨)	5단계 ① 로그인 인증(인증서 비밀번호) ② 계좌비밀번호 입력 ③ 연락처 본인확인 또는 ARS ④ OTP나 보안카드 입력 ⑤ 2차 인증(인증서 비밀번호)
안전성	① 사설 인증키 등 중요정보를 모바일 보호 영역*에 저장하여 키 보안 강화 ② 1인 1기기 정책+모바일 네이티브 앱+루팅 방지기술+양방향TLS로 취약한 환경에의 노출을 방지 ③ 카카오뱅크에서만 활용가능	① 기존 공인인증서는 잘 알려진 일반폴더에 저장했으나, 최근 개선 노력 중 ② 일반 PC환경 ③ 등록 시 범용적으로 활용가능

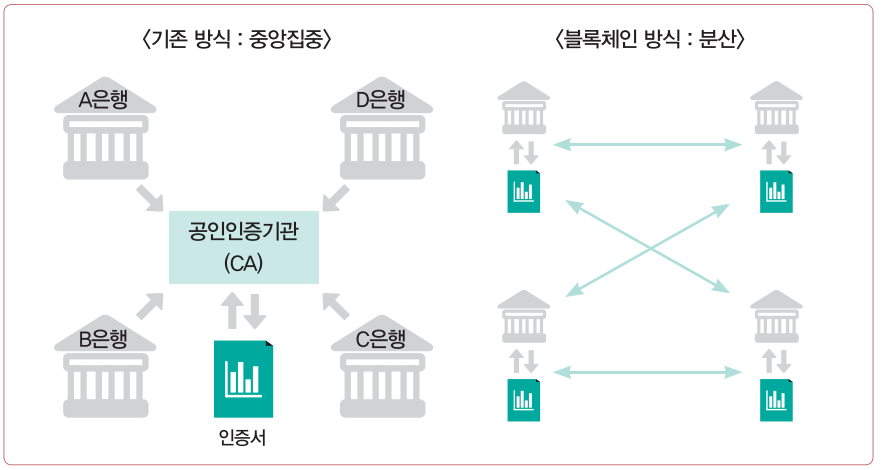
※ 모바일 보호 영역 : Hardware Backed Key Store(Android), Secure Enclave(iOS)
※ 양방향 TLS : 현재 TLS(Transport Layer Security) 규격에서는 단방향만이 필수임

V. 기존 공인인증서의 진화 : 은행권 블록체인

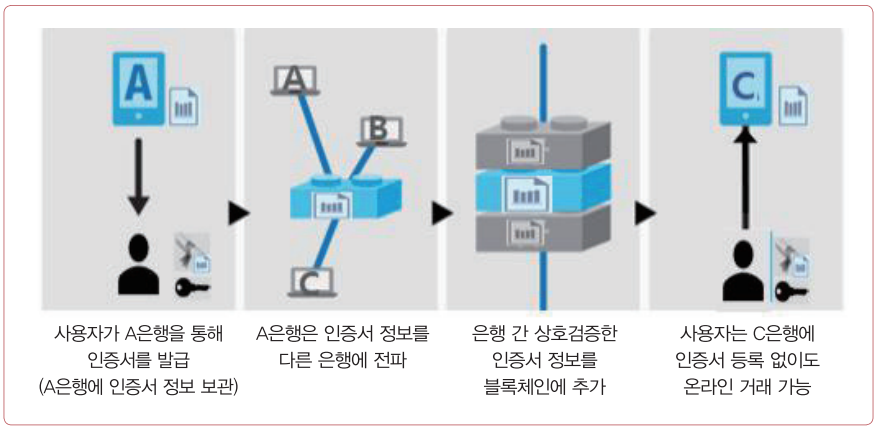
■ 블록체인과 인증

- 정보를 블록 단위로 쪼개 인터넷으로 연결된 다수의 컴퓨터에 분산저장한 후, 상호 검증하는 방식으로 온라인 거래의 위·변조를 방지하는 기술인 블록체인을 인증서에도 적용하는 방안이 개발됨

– 인증기관의 중앙서버에 인증서 정보를 보관하는 기존 방식과 달리 블록체인을 이용하여 은행 간 인증서 정보를 공유함



〈그림 4〉 기존방식과 블록체인 비교



〈그림 5〉 블록체인을 통한 은행 간 인증서 공유

* 美 필라델피아 연방준비은행 총재인 패트릭 T. 하커는 2017.4.3., 펜실베니아 주립대에서 "블록체인의 진정한 가치는 가상화폐(비트코인)를 유통하는 것이 아닌 인증에 있다"고 연설

■ 기존 공인인증서의 불편함을 블록체인으로 개선

- 국내 11개 증권사는 2017년 10월에 블록체인 인증 시범서비스를 개시했고, 은행권은 2018년 7월부터 시범서비스를 개시할 예정임
  – 기존 공인인증은 한 곳에서 발급한 인증서를 금융기관마다 별도로 등록하는 과정이 필요했는데, 블록체인으로 인증서 정보를 공유하면 이러한 등록절차가 필요 없어짐

* 블록체인 기술의 대표 사례로 많이 알려진 비트코인의 경우 누구나 접근이 가능한 공공(Public) 블록체인이나, 금융권의 경우 일부 사용자만 접근해 정해진 권한을 이용하는 사설(Private) 블록체인을 적용할 것으로 분석[14]

– 종전 공인인증서는 중앙시스템 장애나 공격으로 서비스가 중단되면 모든 업무가 중단됐으나, 블록체인 시스템에서는 한 기관에 장애가 발생해도 다른 기관의 업무에 지장이 없음

Ⅵ. 결론

■ 최근 제4차 산업혁명으로 기존 산업과 새로운 기술과의 융복합이 가속화되고 있어 기존의 제도관행이 지속적인 혁신을 저해하지 않도록 보다 탄력적인 정부의 개입과 제도 운영이 요구됨

* 예시) 국산 피처폰의 미들웨어를 특정 SW로 규정한 WIPI는 국산 핸드폰의 표준화에는 기여했으나 국제화에는 실패한 사례이며, 헬스케어에서 정부가 특정 방식에만 보험수가를 인정하는 바람에 새로운 측정 방식의 도입을 저해한 당화혈색소 측정의 사례가 있음

■ 이 보고서가 분석한 공인인증이라는 제도 역시 최초에는 금융거래를 안전하게 보호하는 등 전반적인 인증 수준을 높이는 역할을 담당했었지만 의무화 폐지를 통해 사설인증과 공인인증이 경쟁적으로 진화하고 있는 상황임

● 인증 제도의 경우, 과거 특정 기술에 종속된 공인인증의 도입을 의무화하는 방식에서 보안의 요건을 만족한다면 새로운 기술의 선택은 기업의 자율에 맡기는 기술 다양화의 방향으로 추가적인 혁신 인센티브를 제공하는 것이 필요함

– 카카오뱅크가 대표적인 사례인데, 공인인증서 없이 지문과 인증비밀번호 만으로 금융거래가 간편하게 이뤄지고 있음

■ 보다 일반화한 결론은 신기술의 사회적 보급을 활성화하는 차원에서 정부의 제도적 개입은 가능하나 새로운 대안기술의 혁신이 빈번하게 발생하는 영역에서 자칫 추가적인 혁신을 저해하지 않게 하기 위해서는 '일몰제'와 같은 탄력적 제도 운영도 필요함

● 특히, 최근의 경우와 같이 다양한 신기술이 출현하고 혁신의 속도가 점점 빨라지는 추세*에서는 기술 생태계 변화에 부합하는 탄력적 제도운영이 중요

* 1876년 벨(Bell)이 발명한 유선 전화기의 보급률이 10%에서 90%로 도달하는 데 걸린 기간은 73년이었으나, 1990년대에 상용화된 인터넷이 확산되는데 걸린 시간은 20년에 불과했고, 휴대전화가 대중화되는 기간은 14년에 불과(KISTEP, 2017)

14 디지털데일리 2017.6.30 보도참조(http://www.ddaily.co.kr/news/article.html?no=157636)

[별첨1] 공인인증서 게임의 일반식

1. 기업 간 전략 선택 게임의 조건 설정

- 기업(1)과 기업(2)는 금융 또는 전자상거래 서비스를 제공하는 게임 참여자로서, 이들은 온라인 서비스를 제공하기 위해 인증 방식을 선택할 수 있다. 인증 방식에는 사설인증(a)와 공인인증(b)가 있다. 이때 기업(1)과 기업(2)가 각 인증 전략을 선택함에 따라 얻게 되는 이득은 다음과 같다.

〈기업 1과 기업 2 간의 게임 설정〉

구분		기업 2	
		사설(a)	공인(b)
기업 1	사설(a)	$(E_1 + R_a, E_2 + R_a)$	$(E_1 + R_a + \varepsilon, E_2 + R_b)$
	공인(b)	$(E_1 + R_b, E_2 + R_a + \varepsilon)$	$(E_1 + R_b, E_2 + R_b)$

– 기업(1)과 기업(2)는 인증 방식에 대한 보안투자와 상관없이, 금융 또는 전자상거래 서비스 영업 활동으로 E_i = 기업 i(i=1, 2)의 이득을 얻는다.

– 사설인증과 공인인증에 대한 투자비용은 기업의 상황과 관계없이 C_a = 사설인증에 대한 투자비용, C_b = 공인인증에 대한 투자비용으로 동일하다.

– 사설인증과 공인인증으로 인한 이득은 기업의 상황과 관계없이 I_a = 사설인증으로 인한 이득, I_b = 공인인증으로 인한 이득으로 동일하다.

– 사설인증으로 인한 투자비용 대 이득, 즉 투자회수율(RoI, Return on Investment)는 $R_a = I_a - C_a$가 되고, 공인인증으로 인한 투자비용 대 이득은 $R_b = I_b - C_b$가 된다.

– 두 기업의 인증 전략이 다를 때 사설인증을 선택함으로써 얻게 되는 추가 이득을 ε라 할 것이며, 이는 양의 값이나 음의 값을 갖는다.

2. 기업의 기대 이득의 계산

- 만약 기업(2)가 사설 인증을 선택할 확률을 p라 하면, 기업(1)이 사설인증을 선택하는 경우의 기대 이득은
  $(E_1 + R_a)p + (E_1 + R_a + \varepsilon)(1-p) = E_1 + R_a + \varepsilon(1-p)$ 이고,
  기업(1)이 공인인증을 선택하는 경우 기대 이득은
  $(E_1 + R_b)p + (E_1 + R_b)(1-p) = E_1 + R_b$ 이 된다.

- 한편, 기업(1)이 사설인증을 선택할 확률을 q라 하면, 기업(2)의 사설인증 선택 시 기대 이득은 $(E_2 + R_a)p + (E_2 + R_a + \varepsilon)(1-p) = E_2 + R_a + \varepsilon(1-p)$
  공인인증 선택 시 기대 이득은
  $(E_2 + R_b)p + (E_2 + R_b)(1-p) = E_2 + R_b$ 가 된다.

[별첨2] 외부자문위원 리뷰 현황

자문위원	소속	자문일시	자문분야
안성진 대표	블록체인 팩토리	2017.4.27	인증 기술
김종현 교수	아주대학교 사이버보안학과	2017.5.21	인증 기술
윤기찬 교수	고려대학교 행정학과	2017.5.18	이론 및 구성
박지환 변호사	사단법인 오픈넷	2017.5.19	제도적 대안
하태기 담당	카카오 뱅크	2017.9.28	사설 인증 사례

참고문헌

1. 국내문헌

- KISA(2002), 주요국가의 전자서명 인증제도 현황
- 정통부(2007), 국가정보보호백서
- 정진명, "UNCITRAL 전자계약협약의 국내법에의 수용" 70–71면
- KDI(2015), 공인인증서 규제 논란의 교훈과 향후 전자상거래 정책방향 제언
- 금융보안원(2017), 인증기술 도입을 위한 선정 프로세스, 美 NIST 가이드라인 재인용
- KISA(2016), 대국민 전자서명실태조사
- 미래부, KISA(2017), 2016년 정보보호실태조사(기업부문) 최종보고서

2. 국외문헌

- Katz, M. L., & Shapiro, C. (1985). Network externalities, competition, and compatibility. The American economic review, 75(3), 424–440.

3. 기타

- 공인인증서 문제해결을 위한 2차 정책토론회 : "4차산업혁명시대, '새마을운동식 IT정책'에서 '시장경쟁'으로"
- 국가법령정보센터(law.go.kr)
- 인터넷진흥원 매일경제 기고, 2015.4.5.
- 매일경제, 2017.3.10.
- 동아일보, 2014.4.4.
- 동아일보, 2017.4.10.
- 뉴스토마토, 2017.4.9.
- 허핑턴포스트코리아, 2017.3.2.
- 머니투데이, 2017.3.11.
- 키뉴스 인터뷰 기사, 2017.4.12.

2018
06
JUNE

고건 이사장(오픈소스소프트웨어재단) 초청 강연

일 시 2018. 05. 14.(월) 10:30 ~ 14:30
장 소 소프트웨어정책연구소 회의실
주 제 軍과 OSS(Open Source Software)
Military and OSS(Open Source Software)
참석자 SPRi 연구진

- 왜 군에서 공개 소스 소프트웨어(OSS)를 사용해야 하는가?
  - **(종속탈피)** 미국 국방성(DoD)은 OSS기반의 Linux, JBoss 및 가상화SW를 사용한 결과 510만 달러를 절약함
  - **(초연결)** 군함, 전투기, 탱크 등 모두 연결되지 않으면 쓸모가 없으므로, 미국 국방부는 비공개 SW 사용을 과감히 탈피하고 OSS를 활용해야 함
  - **(보안)** 미국 국방성의 SW가 공개되자마자 OSS커뮤니티가 그 SW의 취약점(back-door)을 발견하였으며, DDS(Defense Digital Service)가 국방성 SW에 대해 해킹(hacking)하는 행사를 하자 수천 개의 오류를 찾아냄
  - **(보안)** 모든 SW를 공개해야한다는 것은 아니나, 어떤 SW들은 해킹되어서 뚫릴 경우 다른 모든 SW와 데이터를 위험에 노출시키는 경우가 있으며, 이러한 SW는 공개하여 전 세계 전문가들에게 검증을 받아야 함
  - **(보안)** 모든 OSS는 안전하게 암호화된 기법으로 저장, 수정, 배포, 설치되므로, OSS를 사용하면 내가 추가 작업한 부분도 모두 공개해야한다는 것과 상대방이 내 코드를 쉽게 변경할 수 있다는 것은 OSS에 대한 오해임
  - **(경제성)** 미국 국방성은 OSS로 대체하자 510만 달러 예산을 절감하였으며 2018년부터 OSS를 더 많이 확대할 예정임
  - **(자주국방)** OSS를 통해 기술적 독립을 이루어내야 자주국방을 실현할 수 있음

- 과거 산업의 사례와 기술을 통해 미래를 설계해야 할 것임
  - **(과거, 굴뚝산업)** 굴뚝산업에서는 후발주자에게도 기회가 있으나, IT산업은 인건비, 토지, 환경, 역공학이 해당되지 않으므로 후발주자에게 기회가 생기기 어려움
  - **(과거, 메모리 반도체)** 1980년 세계시장을 석권했던 일본산 반도체에 대한 미국의 견제로, 일본 반도체 산업은 쇠퇴하고 한국의 삼성전자에게 선두자리를 내주었음

- **(과거, 이동전화)** 이동통신시장은 초기 유럽이 선점하였으나, 유럽시장에 대한 견제 수단으로 미국의 군사기술이었던 CDMA를 한국이 상업적으로 성공시키고, 중국의 CDMA채택 등으로 시장규모가 커지게 되었음
- **(현재, 제4차 산업혁명)** OSS 교육과 공공 OSS 사용이 확산되어야 하며, SW의 경우는 OSS밖에 대안이 없음, OSS가 역공학-인력양성-기술자립의 유일한 통로임, 공공이 OSS를 확산하여 OSS 생태계를 만들고, 민간이 OSS를 채택한다면, OSS는 제4차 산업혁명의 동력이 될 것임

고건 이사장의 강연 모습

문성태 선임연구원(한국항공우주연구원) 초청 강연

일 시	2018. 05. 21.(수) 10:30 ~ 14:30
장 소	소프트웨어정책연구소 회의실
주 제	실내외 자율 군집 비행 및 오픈소스 기반의 비행 제어 시스템 생태계 소개 An Introduction to Autonomous Cluster Flights Indoors & Outdoors and Ecosystem of Flight Control Solution based on Open Source Software
참석자	SPRi 연구진

- 항공우주연구가 항공우주공학뿐만 아니라, 컴퓨터 과학과 밀접한 연관성을 가진다는 점을 강조함

- 공우주연구는 성과를 이끌어내는 과정이 매우 복잡한데, 이 세미나에서는 군집 비행 기술 연구 과정에서 발생한 애로사항 극복과 오픈소스 SW 활용에 대해 소개함

- 실내 군집 비행 기술은 동시에 여러 비행체를 제어할 수 있는지 여부에 대한 궁금증을 풀기 위해 개발되었으며, 비행체에서 촬영된 영상 데이터를 별도 서버로 전송하여 비행체를 제어하는 초기 모델의 한계점을 극복하는 형태로 연구가 진행된 사례
  - 영상 분석의 주체를 비행체로 이전하여 실제 외부 서버와 통신하는 데이터 양을 줄이는 방식을 적용함으로써, 다수의 비행체 제어를 가능하도록 변경함
  - 동작 포착(Motion Capture) 기술을 적용함으로써, 현재 위치의 오차범위를 확연히 감소시킴
  - 비행체 다수를 제어 시 발생할 수 있는 비행체간 충돌 현상을 '총 회피 기동 벡터' 고안을 통해 해결함
  - 제어해야 할 비행체가 많아짐에 따라, 통신이 불안한 현상을 해결하기 위해 상이한 네트워크 기술(Zigbee, WiFi)을 활용하여 동시 송신을 가능하도록 하는 방법을 활용함

- 실내 군집 비행 기술이 실외로 확장되기 위해서는 비행 제어 컴퓨터, 위치 인식, 날씨 정보 등을 추가적으로 고려해야하기 때문에, 이에 맞춘 개선된 솔루션이 필요하며 해당 현안 또한 오픈소스를 활용하여 해결하는 방법을 연구 중임

- 최근 비행 제어 컴퓨터 연구에 활용되는 주요 솔루션은 무인항공기 개발 전용 비행제어기인 '픽스호크(Pixhawk)'로, 아두이노(Arduino) 기반의 비행 제어 컴퓨터인 APM보다 확장성이 자유로운 특징이 있는 공개 소프트웨어임

- 소프트웨어의 공개는 안드로이드(Android)의 사례와 마찬가지로 관련 분야에서 해당 소프트웨어 사용을 증가시키고, 해당 분야에서 개인의 입지를 높이는데 효과적이며, 소프트웨어의 효과적인 검증이 가능함

- 공개 소프트웨어 개발에 직접 기여하고 싶을 때는 핵심 개발자(Committer)가 되어야 하며, 지속적으로 해당 프로그램의 문제에 대한 개선 프로그램을 제안하여야 함

- 항공우주연구를 위해 활용되는 픽스호크는 현재도 우리나라 연구진에 의해 활발히 수정안이 제시되어 반영되는 중이며, 이러한 공개 소프트웨어 개발 문화가 정착되어야만 연구자 간의 긍정적인 상승효과를 낼 수 있음을 강조함

문성태 선임연구원의 강연 모습

제36회 SPRi Forum

일 시	2018. 05. 29.(화) 18:00~21:00
장 소	소프트웨어정책연구소 회의실
주 제	기업의 체질을 바꾸는 SW, 디지털 전환이 핵심이다 A Software that changes the constitution of a company, Digital Transformation is very Meaningful
발 표	이장희 전무(다쏘시스템코리아), 김동환 연구위원(LIG넥스원 SW공학연구소), 박태형 책임연구원(소프트웨어정책연구소)
패 널	발제자 3명
참석자	관련 종사자 약 70명

- 프로그램

발 제 제 목	발 제 자
제조업의 디지털 전환 전략	이장희 전무(다쏘시스템코리아)
방위산업 분야의 디지털 전환	김동환 연구위원(LIG넥스원 SW공학연구소)
타산업의 디지털 전환 확산을 위한 정책 방향	박태형 책임연구원(소프트웨어정책연구소)
패널토론 : 발제자(3명)	

■ (발제 1) 제조업의 디지털 전환 전략

- 기술이 발전함에 따라 가상 시운전, 사물인터넷, 데이터 마이닝 등의 제조업의 생산 방법에도 큰 변화를 가져옴

- 제조업에서 스마트 공장의 적용 사례가 증가하고 있음
  - SK이노베이션은 에너지·화학업계 최초로 '스마트 플랜트'를 도입함
  - 현대제철은 인공지능 기술을 활용하여 최적의 합금 비율을 계산하여 철강을 생산함

- 스마트 팩토리는 제조업의 자동화 및 무인화, 품질확보, 설비예방보전, 생산라인의 효율 극대화 그리고 공정의 최적화를 통해 생산 효율을 증대시키고 있음
  - 두산중공업, 삼성전기, 포스코 등은 신기술을 활용하여 생산성을 높이고 있음

- 제조업은 스마트 팩토리에서 디지털전환으로 이어지면서, 부가가치망을 통한 수평 통합과 전 업무에서 디지털 연속성을 가지며 수직통합과 연결된 제조시스템으로 고부가가치를 위한 시스템 향상에 노력 중임

제36회 SPRi 포럼

- 제조업에서 디지털전환은 회사 내에서 전환, 고객과 비즈니스 모델 전환, 생산시스템의 전환으로 3가지 축에서 이루어지고 있음

- IT발전에 따른 제조업의 디지털전환은 기업 경영방법에 대한 변화와 함께 클라우드 서비스나 마이크로 서비스 플랫폼 등의 활성화로 더욱더 가속화될 전망임

■ (발제 2) 방위산업의 디지털 전환

- 방위산업은 국가를 방위하는데 필요한 무기나 장비 등의 물자를 생산하는 산업으로 국방 소프트웨어 분야는 무기체계에 대한 소프트웨어와 비무기체계에 대한 소프트웨어로 나눌 수 있음
  - 무기체계에 대한 소프트웨어는 감시정찰, 항공기나 함정 등에 사용되는 기반체계 소프트웨어와 지위통제나 군사정보지원을 위한 전장관리 정보체계 소프트웨어가 있음
  - 비무기체계에 대한 소프트웨어는 국방관리기능별 업무지원을 하는 자원관리 정보체계 소프트웨어와 정보통신망 등의 기반체계에 사용되는 소프트웨어가 있음

- 국방분야의 소프트웨어는 유비쿼터스화, 지능화/자율화, 신뢰성/안정성, 빅데이터 처리 등의 기술에 따라 발전할 것으로 예상됨

- 특히 국방연구개발 사업은 기초연구개발, 핵심기술개발, 신기술 시범사업, 민 · 군 겸용기술 그리고 핵심부품 국산화 개발 사업 등이 있음
  - 국내 무기체계 소프트웨어 개발 및 관리를 위해 국방 소프트웨어 통합관리체계(DESIS)를 갖추고 있음

- 무기체계 중에서 탐지체계 및 통신체계, 지휘통제체계 그리고 무장체계에 대해 현재 개발 진행 중임

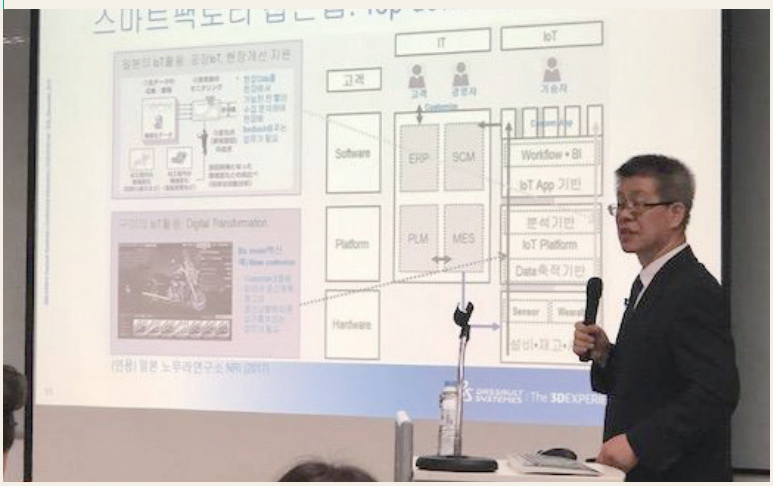
- 방위산업에서의 디지털화는 새로운 무기체계 소프트웨어 개발과 같은 개념으로 소프트웨어의 역할은 지속적으로 증가할 것으로 예상되며, 이에 따라 소프트웨어에 대한 제반 정책 및 제도의 변화가 필요함

■ (발제 3) 타산업의 디지털 전환 확산을 위한 정책 방향

- 제4차 산업혁명에 대응하기 위해 성장동력을 확충하여 산업경쟁력 강화와 관련 생태계 활성화에 초점을 맞추어야 할 시기임
  - 금융산업 구조의 선진화 및 제조업의 디지털전환 가속화, 융복합 콘텐츠 육성 및 지원, 스마트 농업기반 구축 등 다양한 산업에서 성장 동력 확충이 필요함

- 국내의 많은 기업들이 디지털전환을 통해 혁신을 이루어가고 있음
  - LS산전은 2017년 5월에 스마트 팩토리 시범사업을 통해 유연생산시스템을 운영 중임
  - 현대중공업은 사물인터넷과 자동화 기술을 활용해 3차원 곡면 형상을 가진 선박의 외판을 자동 성형하는 '곡성형 로봇시스템'을 개발하였음
  - LG화학은 LTE 전용망 구축과 사물인터넷 기술을 바탕으로 공장 내 상황을 실시간으로 기록하는 스마트 팩토리를 구현함에 따라 업무 효율성을 증대시킴
  - 이마트는 사람을 인식할 수 있는 센서와 음성인식 기능 그리고 상품 인식 센서 등이 달려 있는 자율주행카트 '엘리(ELI)'를 개발함

이장희 전무의 발제 모습



김동환 연구위원의 발제 모습

- 소프트웨어 기반 혁신활동 조사(2017년)를 통해 디지털전환에 대한 환경변화 등을 살펴보면 다음과 같음
  - 제조업보다 서비스업 기업들이 환경 변화를 더 크게 인지하고 있는 것으로 나타났으며, 전체 업종 중에서 통신, 헬스케어, 금융업 순으로 나타남
  - 디지털전환에 대한 국내 기업의 대응 전략 수준은 기업 대표의 의지와 지속적인 프로젝트 발굴 등으로 현재 대응하고 있는 것으로 나타남
  - 제조업의 디지털전환 추진 분야로는 스마트팩토리가 가장 높았으며 데이터 플랫폼 구축, 로봇을 기반으로 한 사무공정 자동화 순으로 나타났고, 향후에는 자동 유지보수 관리가 가장 필요한 것으로 조사됨
  - 서비스업의 디지털전환 추진 분야로는 데이터 플랫폼이 가장 높았으며, 고객 맞춤형 지능서비스와 자동 유지보수 관리 순으로 조사되었음

- 디지털전환 추진을 위해 현재 도입한 신기술은 클라우드 컴퓨팅, 사물인터넷 분야가 높고, 향후 1~2년 내 도입 예정인 신기술로는 사물인터넷, 데이터 보안, 빅데이터 처리·분석 시스템 순으로 나타남
  - 국내 타산업의 디지털전환 수준은 아직 낮은 단계이며, 인더스트리4.0 및 스마트 팩토리 등 제조업 중심의 전환 확산에도 불구하고 서비스업이 상대적으로 높은 디지털 전환 수준을 나타냄
  - 인공지능 및 빅데이터 등 소프트웨어 신기술을 기반으로 한 데이터 축적과 분석 능력은 필수이나, 현재는 데이터 축적 수준이 낮아 데이터 분석 역량 제고의 한계를 보임

- 디지털전환을 위해 필요성에 대한 인식 제고와 민관이 유기적으로 협력하여 시너지를 창출할 필요가 있고, 특히 데이터 분석 역량을 강화하여 생산 최적화 및 고객 서비스 개선, 새로운 서비스 개발, 전문 인력 양성 등에 모두가 노력해야 할 시기임

박태형 책임연구원의 발제 모습

월간 SW 중심사회
MONTHLY SOFTWARE ORIENTED SOCIETY

발행인 김명준 (KIM, Myung Joon)

발행처 소프트웨어정책연구소 (Software Policy & Research Institute)

경기도 성남시 분당구 대왕판교로 712번길 22 글로벌 R&D센터 연구동(A)
Global R&D Ceneter 4F, 22, Daewangpangyo-ro 712beon-gil, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do

홈페이지 www.spri.kr

전화 031.739.7300 (+82-31-739-7300)

디자인·제작 ㈜늘품플러스 | www.npplus.co.kr

사명 Mission

소프트웨어 정책 연구를 통한 국가의 미래전략을 선도함
Leading Nation's Future Strategy through Research on Software Policy

미래상 Vision

국민행복과 미래사회 준비에 기여하는 소프트웨어 정책 플랫폼
Software Policy Platform contributing to the public happiness and future society

핵심 가치 Core Values

전문성 Expertise

다양성 Diversity

신뢰 Trust

역할 Roles

건강한 소프트웨어 산업 생태계 육성
To build a fair Ecosystem for Software Industry

소프트웨어 융합을 통한 사회 혁신
To innovate a Society through Software Convergence

국가 소프트웨어 통계 체계의 고도화
To advance the National Software Statistics System

개방형 소프트웨어 정책 연구 플랫폼 구축
To establish an Open Research Platform for Software Policy

소프트웨어정책연구소
Software Policy & Research Institute

소프트웨어정책연구소
Software Policy & Research Institute

주요 활동 Main Activities

추진 연구 Research Areas

- 소프트웨어 산업의 건강한 생태계 육성 정책연구
  Policy Research to foster a healthy software industry ecosystem
- 양질의 일자리를 창출하는 소프트웨어 융합 정책연구
  Policy Research to create good quality jobs in Software Convergence
- 미래 소프트웨어 인재 육성 정책연구
  Policy Research to develop future human resources in software fields
- 소프트웨어 통계 분석, 생산 및 활용 정책연구
  Policy Research to analyze, produce and utilize statistics on software
- 소프트웨어 신사업 발굴 및 기획 연구
  Policy Research to discover and plan new software enterprises

발간물 Publications

- 이슈 리포트 / 인사이트 리포트
  Issue Report / Insight Report
- 월간SW중심사회 / SW산업 통계집
  Monthly Software-Oriented Society
- SW산업 연간보고서
  White Paper of Korea Software Industry
- 연구보고서
  Research Report

행사 Events

- SPRi 포럼
  SPRi Forum
- SPRi Spring / Fall Conference
  SPRi Spring / Fall Conference
- SW산업 전망 컨퍼런스
  Conference on Software Industry Outlook
- SW안전 국제 컨퍼런스
  International Conference on Software Safety

공동 연구 Joint Research

- 중장기 대형 SW R&D 과제 발굴(ETRI)
  Development of medium to long-term large-scale software R&D projects(ETRI)
- 미래 일자리 전망(KEIS)
  Future job prospects(KEIS)
- SW관련 국제협정 동향(KATP)
  Trends in international agreement on software(KATP)
- 공개SW 현황 분석(OSSF)
  Analysis of open-source software trend(OSSF)

인적 교류 Personal Exchanges

- 자문연구원, 초빙연구원 제도 운영
  Advisory Researcher and invited Researcher Programs
- 국내·외 인턴제 운영
  Domestic and International Internship Programs
- 해외 연구기관과의 인적 교류
  Personnel Exchange Program with Overseas Research Institutes

SPRi 소프트웨어정책연구소

경기도 성남시 분당구 대왕판교로 712번길 22 글로벌 R&D센터 연구동(A)
Global R&D Ceneter 4F, 22, Daewangpangyo-ro 712beon-gil, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do
www.spri.kr

9 772586 502001 06
ISSN 2586-5021